



# HIDROLOGÍA: ESCORRENTÍA

Claudia Prehn



# ESCORRENTÍA

Agua procedente de la lluvia que llega a alimentar a las corrientes superficiales, continuas o intermitentes de una cuenca (parte de la precipitación que no se infiltra ni se intercepta).



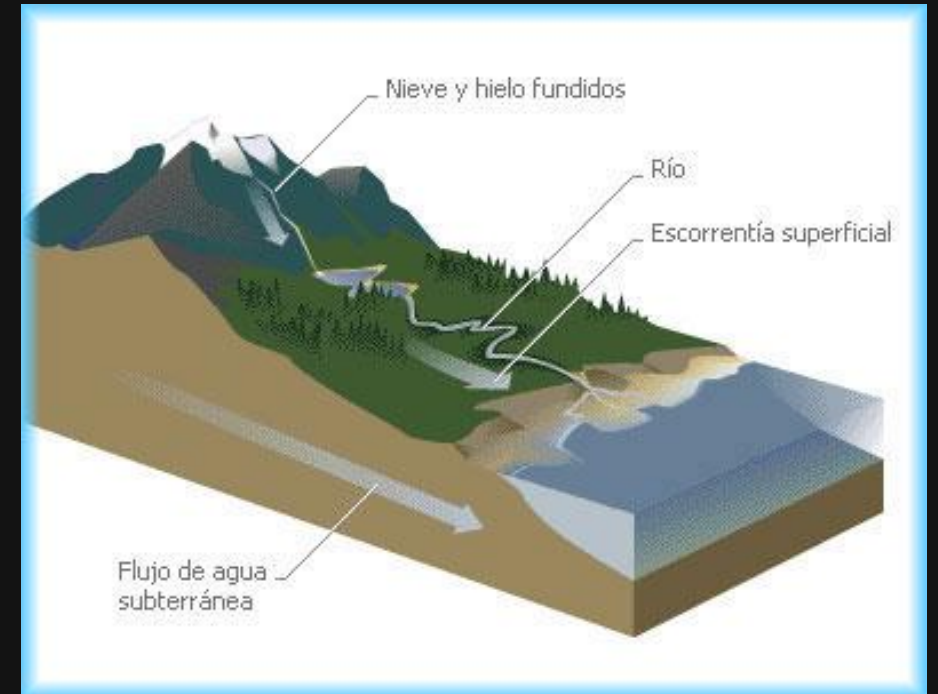
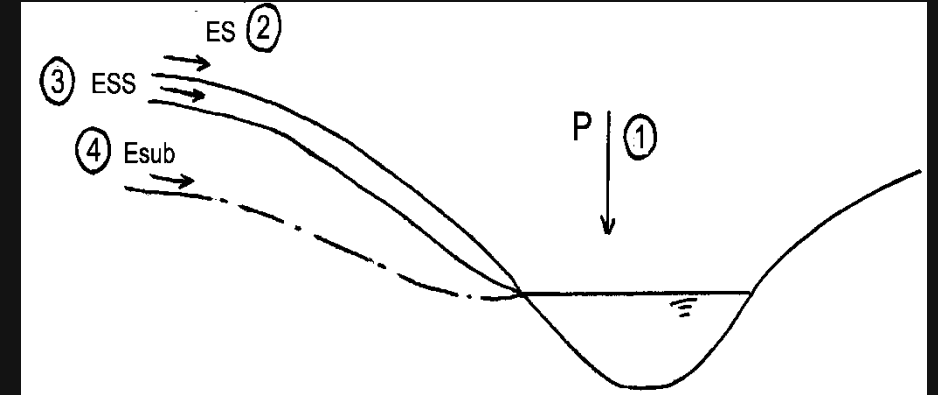
# COMPONENTES DE LA ESCORRENTÍA

Precipitación directa sobre o curso de agua

Escorrentía superficial

Escorrentía subsuperficial o hipodérmico

Escorrentía subterráneo o básico



# COMPONENTES DE LA ESCORRENTÍA

**Escorrentía Superficial:** no se infiltra en ningún momento y llega a la red de drenaje moviéndose por la superficie del terreno por acción de la gravedad.

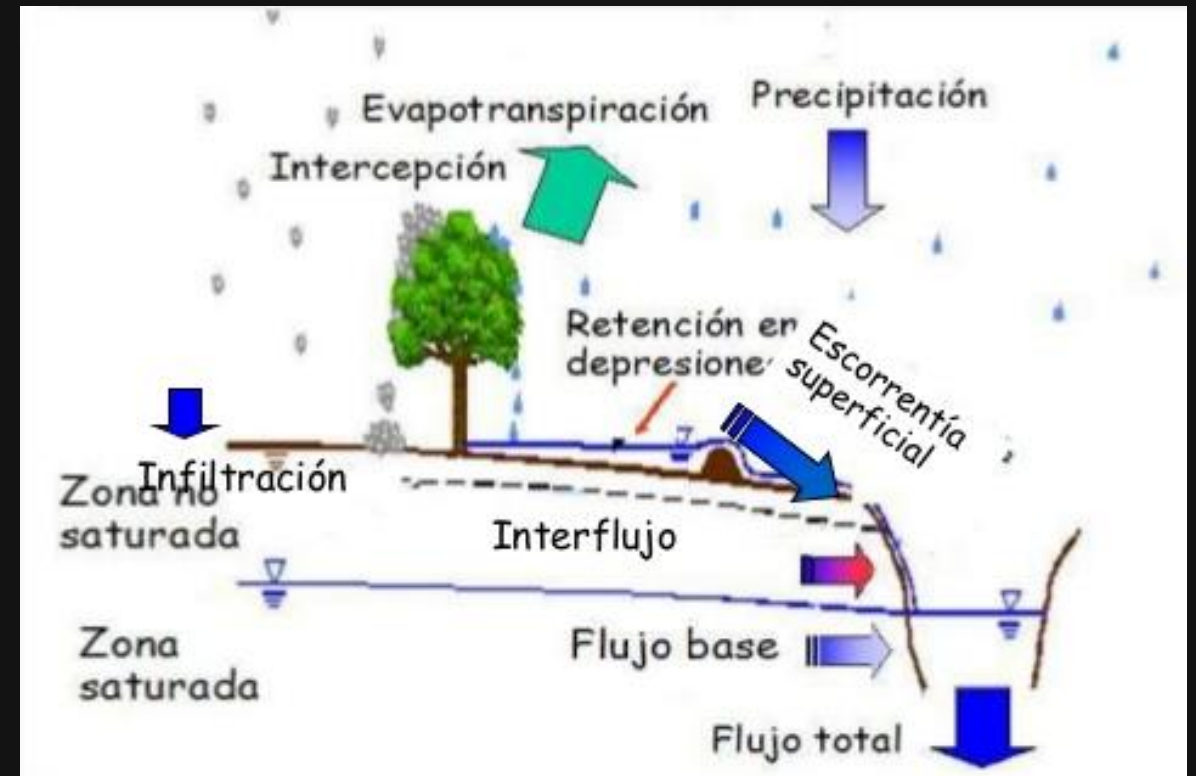
**Escorrentía subsuperficial (hipodérmica):** se infiltra y que se mueve sub horizontalmente reapareciendo en la superficie en forma de manantiales

**Escorrentía Subterránea:** se infiltra y que alcanza el nivel freático desde donde circula hasta la red de drenaje



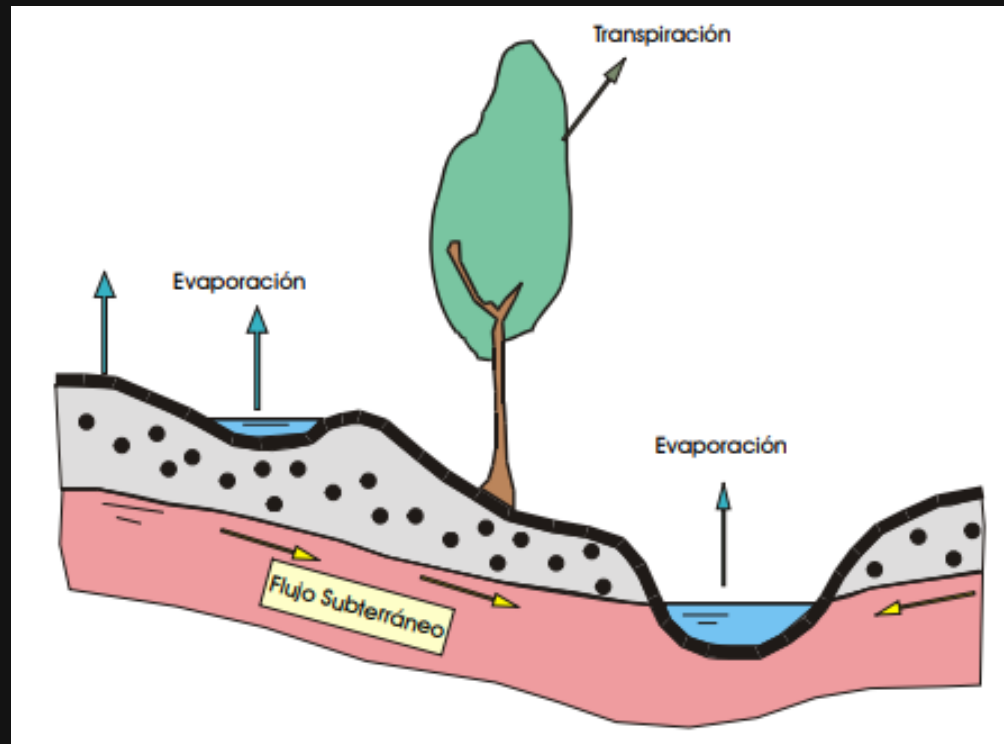
**Escorrentía Directa:** se forma por los flujos de superficie y subsuperficial rápido (respuesta rápida a la lluvia/resultado de la lluvia efectiva o en exceso)

**Escorrentía Base:** formado por el flujo subsuperficial lento y el subterráneo (no depende esencialmente de la presencia de la precipitación)



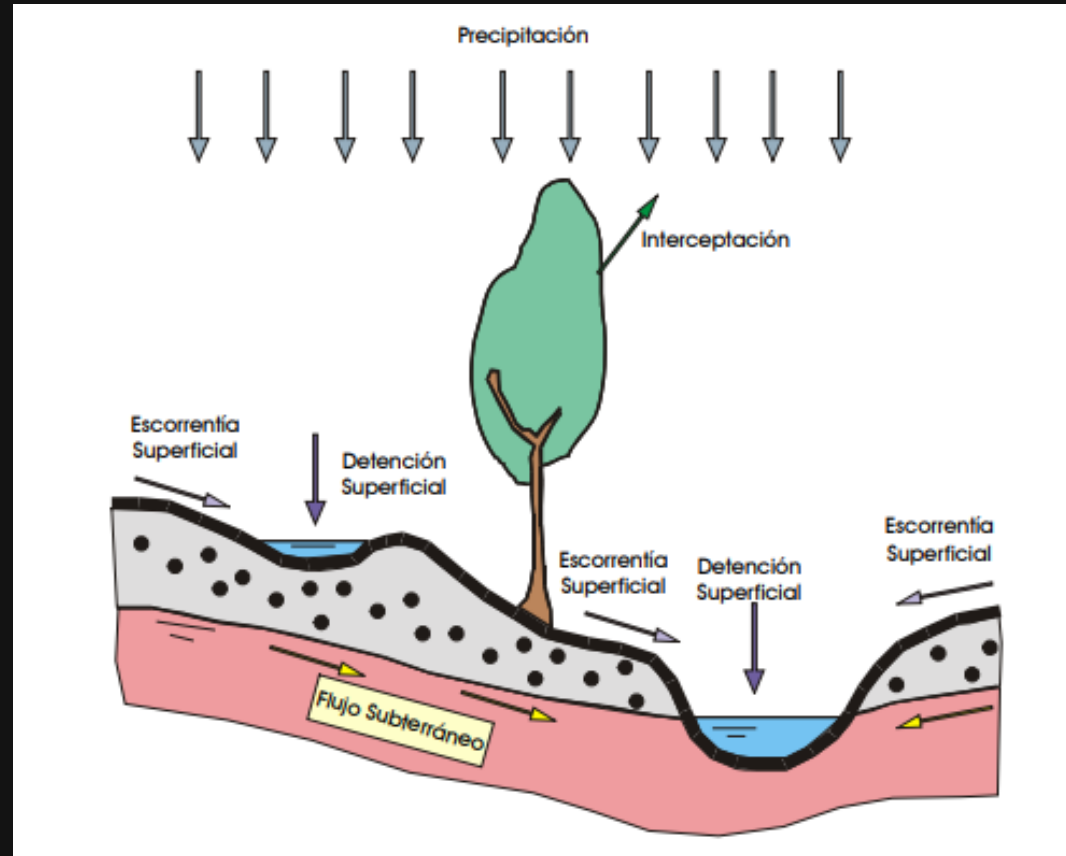
# CICLO DE LA ESCORRENTIA

Primera fase: Período sin precipitaciones. Las aguas subterráneas alimentan a las corrientes superficiales descendiendo progresivamente su nivel piezométrico



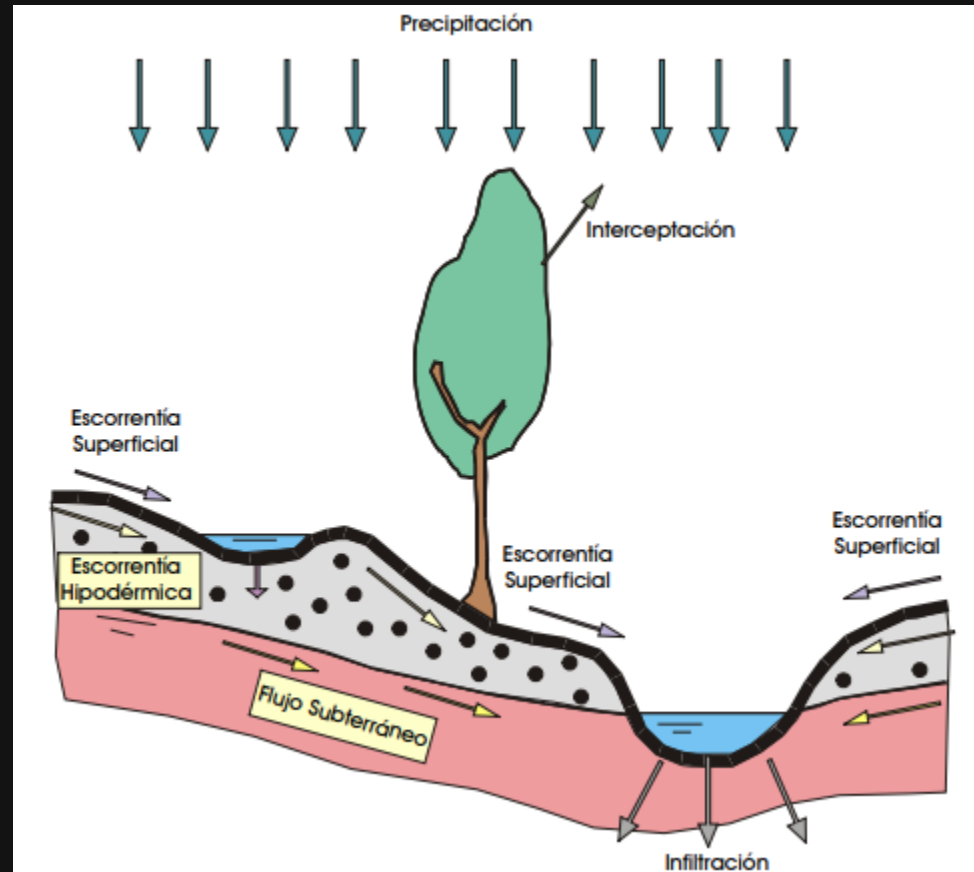
# CICLO DE LA ESCORRENTIA

Segunda fase: Inicio de la precipitación, evaporación cesa.



# CICLO DE LA ESCORRENTIA

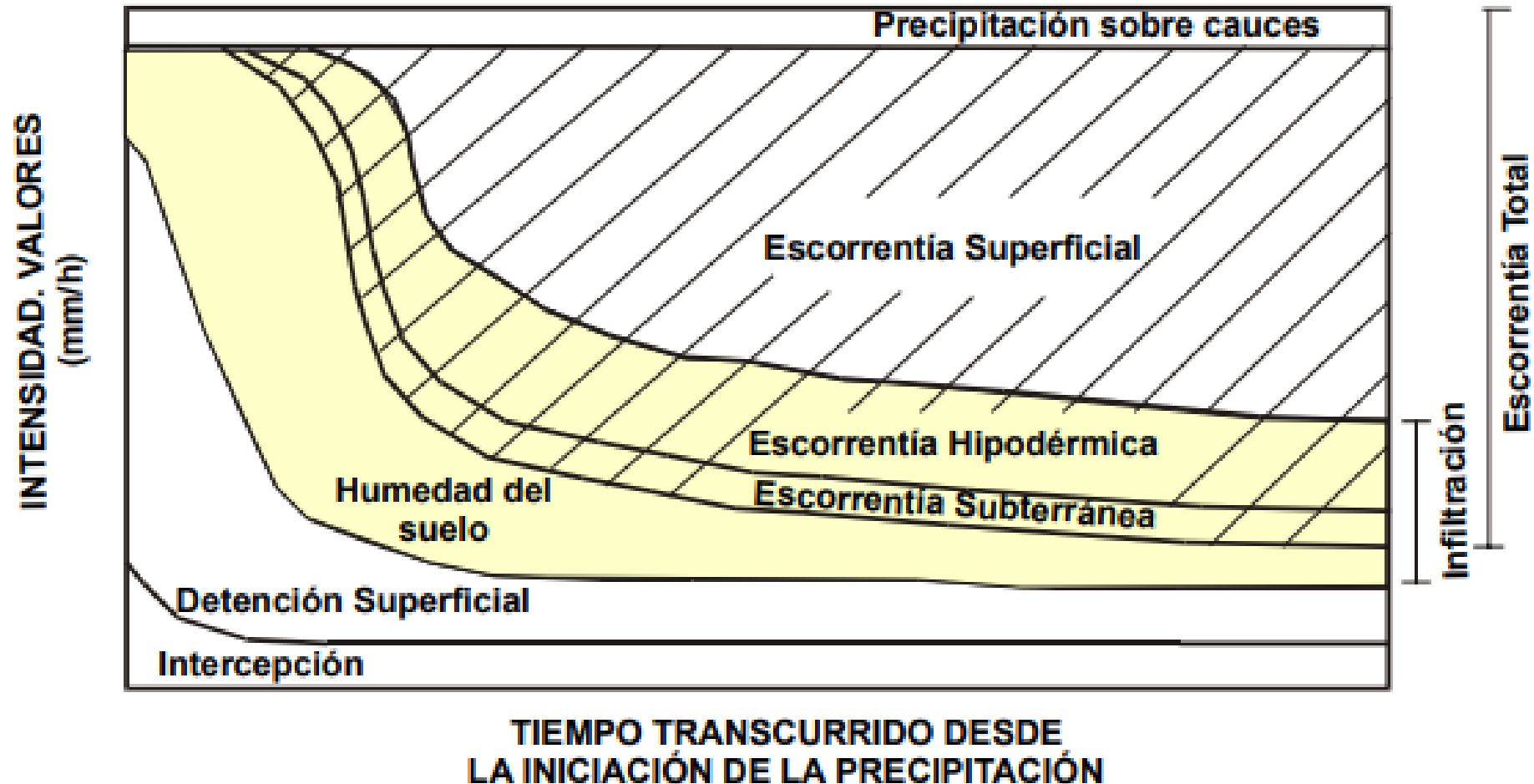
Tercera fase: Precipitación y escorrentía superficial máxima generando crecidas  
(intercepción muy baja y suelo saturado)

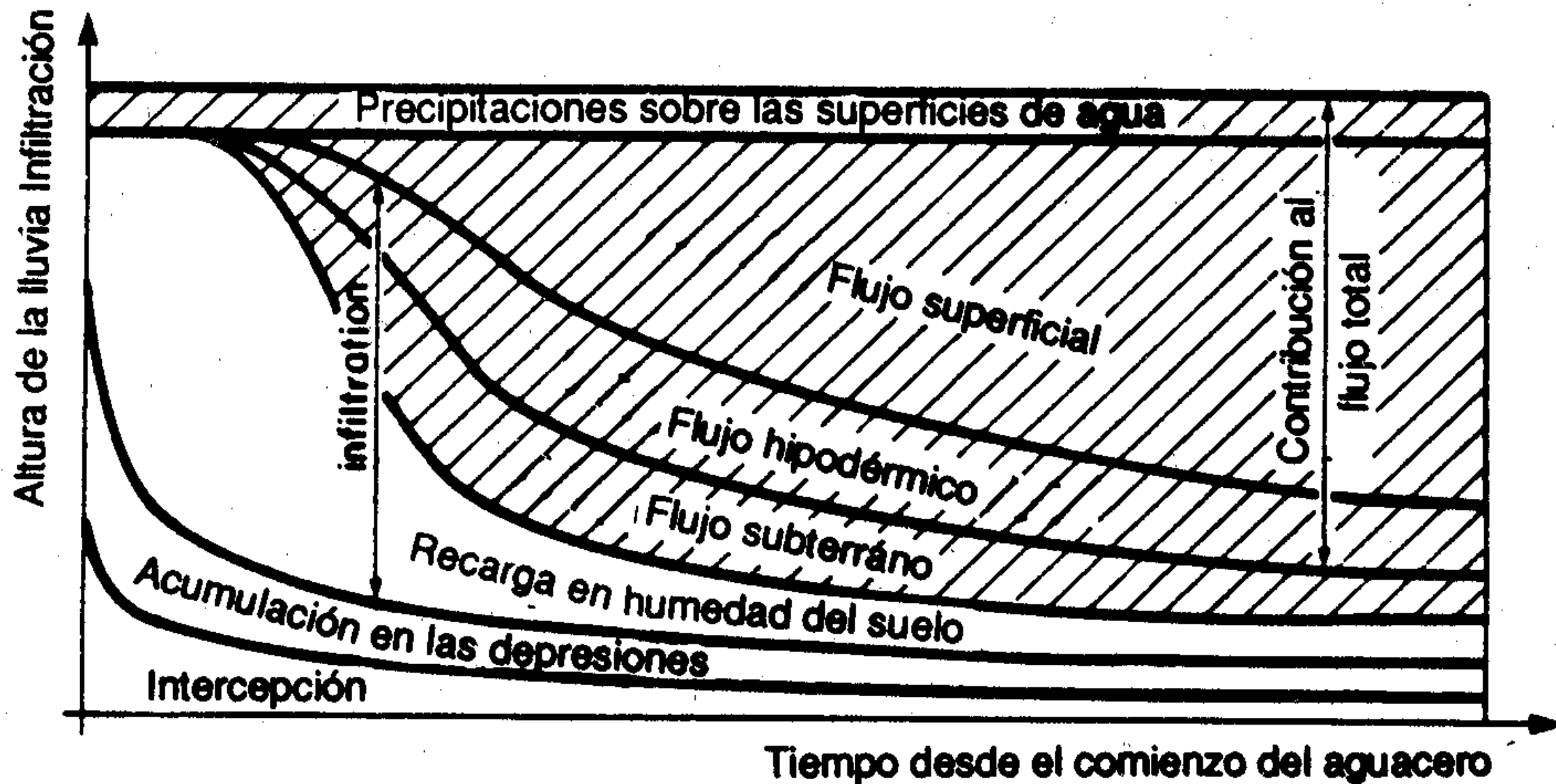






# PRECIPITACIÓN SOBRE LA SUPERFICIE DE AGUA







# FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ESCORRENTÍA

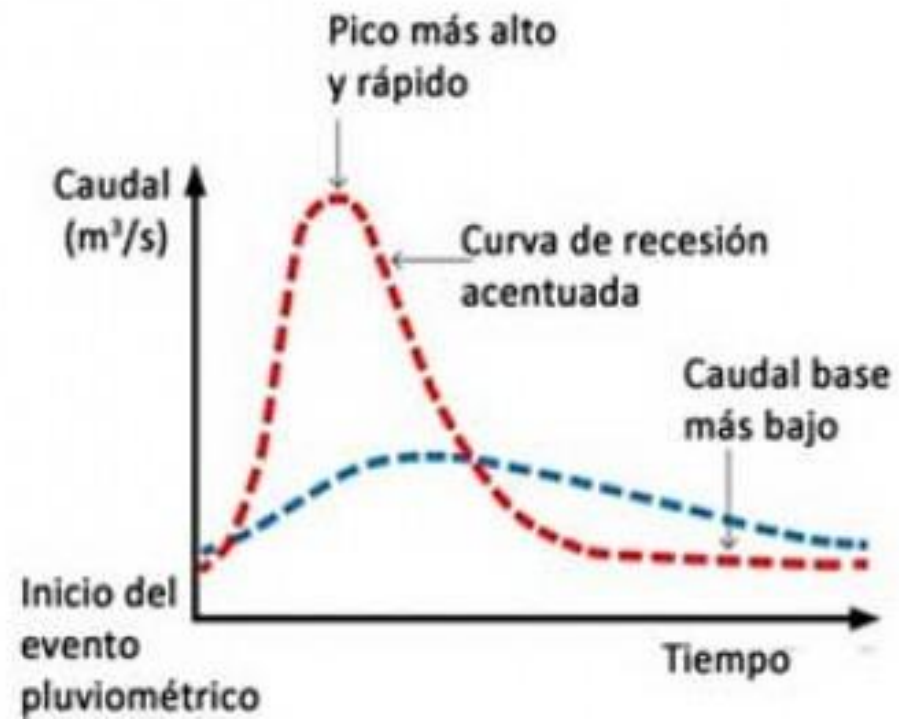
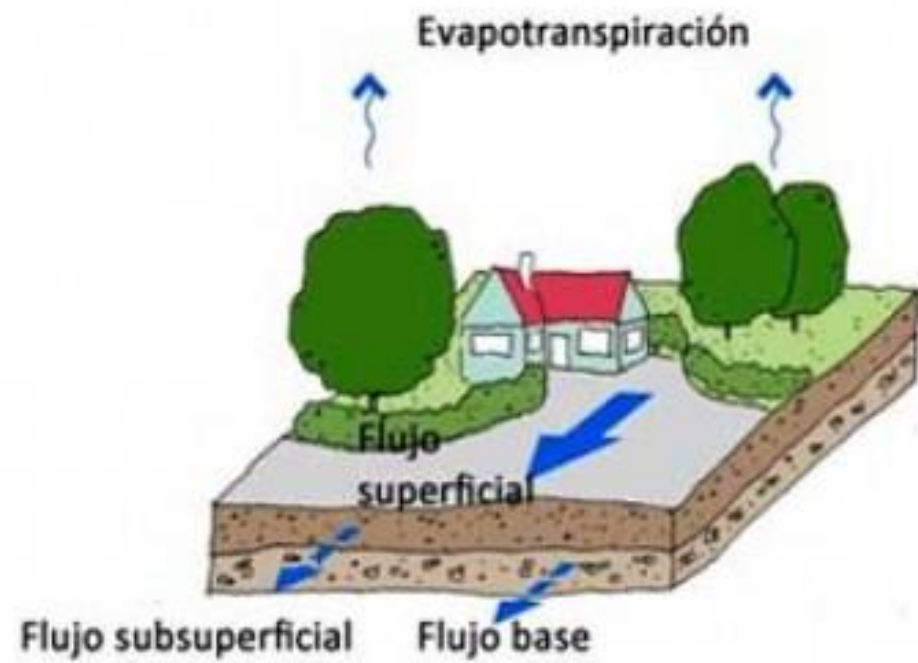
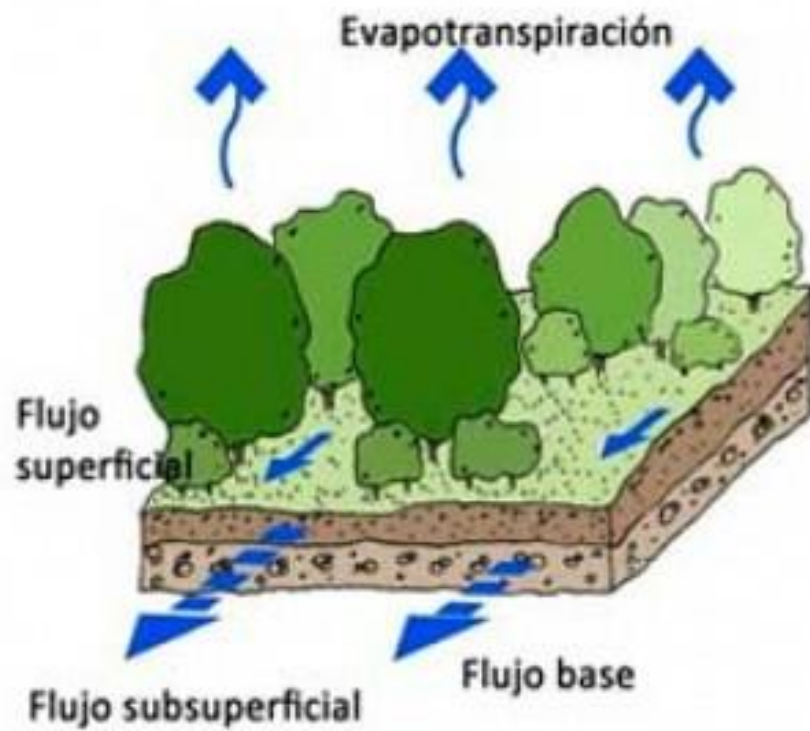
## ○ Meteorológicos:

- Tipo de precipitación (lluvia, nieve, granizo, etc.)
- Intensidad de la precipitación
- Cantidad de precipitación
- Duración de la precipitación
- Distribución de la precipitación
- Dirección del movimiento de la tormenta.
- Precipitación antecedente y humedad del suelo resultante
- Otras condiciones que afectan la evaporación (temperatura, viento, humedad relativa y estación)

# FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ESCORRENTÍA

## ○ Físicos:

- Uso del suelo
- Vegetación
- Tipo de suelo
- Área de drenaje
- Forma de la cuenca
- Elevación
- Pendiente
- Topografía
- Dirección de orientación
- Patrones de red de drenaje
- Estanques, lagos, embalses, sumideros, etc. en la cuenca, que evitan o alteran la escorrentía continua aguas abajo





# ESCORRENTÍA Y CALIDAD DEL AGUA

Contaminantes

Sedimentos







**Florida, Oct. 14, 1999.** When Hurricane Irene passed over Florida in 1999, the heavy rainfall over land caused extensive amounts of runoff that first entered Florida's rivers which then dumped the runoff water, containing lots of sediment, into the Atlantic Ocean. (Credit: [NASA Visible Earth](#).)



[http://visibleearth.nasa.gov/view\\_rec.php?id=1064](http://visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=1064)  
NASA Visible Earth

**Florida, Dec. 16, 2002.** The east coast of Florida is mostly clear of sediment from runoff. The shallow coastal waters to the west of Florida are very turbid (sediment-filled), perhaps from a storm that passed over a few days earlier. (Credit: [NASA Visible Earth](#))



# MAGNITUDES CARACTERÍSTICAS

- Área de escurrimiento (cuenca):  $\text{km}^2$  o ha
- Caudal (Q):  $\text{m}^3/\text{s}$  o l/s
  - Caudal medio diario
  - Caudal específico ( $q=Q/A$ ):  $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$
- Velocidad: m/s
- Tiempo de concentración: segundos o minutos
- Coeficiente de escurrimiento
- Precipitación efectiva



# PRECIPITACIÓN EFECTIVA O PRECIPITACIÓN EXCEDENTE

- Es la medida de la altura de la parte de la lluvia que cayó y provocó el escurrimiento superficial.

$$P_{ef} = \frac{Volumen_{sup}}{A}$$

$$I_{ef} = \frac{P_{ef}}{t}$$

Donde:

Volumen sup: volumen escurrido superficialmente

A: área de la proyección horizontal de la superficie colectora

$I_{ef}$ : intensidad de precipitación efectiva

# COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía expresa la relación existente entre la Escorrentía Superficial o precipitación neta y la precipitación total. Una vez conocido este coeficiente, la Escorrentía se calcula multiplicando dicho valor por la precipitación total.

$$C = \frac{\text{Vol total escurrido}}{\text{Vol total precipitado}}$$

El coeficiente de escorrentía no es fijo, sino que varía con el tiempo y el espacio en una misma cuenca. Generalmente se adoptan valores medios del coeficiente.

# CALCULO DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

- Estimación a partir de tablas/fórmulas
  - a) Tabla de Prevert
  - b) Fórmula de Nadal
  - c) Fórmula de Keler
- Estimación por comparación con otras cuencas cercanas
- Métodos directos del cálculo de la lluvia neta

$$C = \frac{C1 * A1 + C2 * A2 + ..... + Cn * An}{A1 + A2 + A3 + ... + An} = \frac{\sum_{i=1}^n CiAi}{\sum_{i=1}^n Ai}$$



# TABLA DE PREVERT

**Tabla 5.1.** Tabla de Prevert (1986).

Uso del suelo	Pendiente (%)	Textura del suelo		
		Arenoso – limoso Limoso - arenoso	Limoso Limoso - arenoso	Arcilloso
Bosque	0 – 5	0.10	0.30	0.40
	5 – 10	0.25	0.35	0.50
	10 – 30	0.30	0.40	0.60
	>30	0.32	0.42	0.63
Pastizal	0 – 5	0.15	0.35	0.45
	5 – 10	0.30	0.40	0.55
	10 – 30	0.35	0.45	0.65
	>30	0.37	0.47	0.68
Cultivo agrícola	0 – 5	0.30	0.50	0.60
	5 – 10	0.40	0.66	0.70
	10 – 30	0.50	0.70	0.80
	>30	0.53	0.74	0.84

# NADAL

**Tabla 5.2.** Factores para la fórmula de Nadal (1986).

Extensión		Lluvia media anual		Características	
Km <sup>2</sup>	K <sub>1</sub>	mm	K <sub>2</sub>	Cuenca	K <sub>3</sub>
10	2.60	200	0.25	Llana y permeable	0.5 – 0.7
20	2.45	300	0.50	Ondulada	0.5 – 1.2
40	2.15	400	0.75	Montañosa e impermeable	1.2 – 1.5
100	1.80	500	1.0		
200	1.70	600	1.1		
500	1.40	700	1.17		
1000	1.30	800	1.25		
5000	1.0	900	1.32		
10000	0.90	1000	1.40		
20000	0.87	1200	1.50		

$$C = 0.25 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

# FÓRMULA DE KELER

$$C = a - \frac{b}{P} \quad \text{aplicable para } P > 500 \text{ mm}$$

donde

a, es un coeficiente que oscila entre 0.88 y 1. Para cuencas torrenciales se aconseja emplear el valor máximo.

b, es un coeficiente que varía entre 350 y 460. En el caso de cuencas torrenciales debe emplearse el valor mínimo.

P, es la precipitación anual o módulo pluviométrico.



# TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

a) Kirchip

$$T_c = 0,39 \left( \frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$$

b) Giandotti

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5 L}{0,8 \sqrt{H}}$$

c) Ven Te Chow

$$T_c = 0,8773 \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,64}$$

$T_c$  : tiempo de concentración en horas

$A$ : Área de la cuenca hidrográfica en  $\text{km}^2$

$L$ : Longitud del río principal (estirón) km

$H$ : altura media de la cuenca en m

$S$ : Pendiente median del río principal m/km

# TIEMPO DE CONCENTRACIÓN EN CUENCAS PEQUEÑAS

Área en (ha)	Tc mínimo (min)	Área en (ha)	Tc mínimo (min)	Área en (ha)	Tc mínimo (min)
1	2,7	20	11,8	100	26,0
3	3,8	25	13,5	150	34,0
5	4,0	30	14,9	200	41,0
8	4,7	40	17,0	250	48,0
10	6,1	50	19,0	300	56,0
15	9,5	75	22,0	400	74,0

# CAUDAL — MÉTODO RACIONAL

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde:

<b>Q:</b>	Caudal máximo [m <sup>3</sup> /s]
<b>C:</b>	Coefficiente de escorrentía
<b>I:</b>	Intensidad de la Lluvia de Diseño, con duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y con frecuencia igual al período de retorno seleccionado para el diseño (Curvas de I-D-F) [mm/h]
<b>A:</b>	Área de la cuenca. [Ha]



# CAUDAL — MÉTODO RACIONAL

$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot C \cdot I \cdot A$$

$A$  = área de la cuenca ( $Km^2$ )

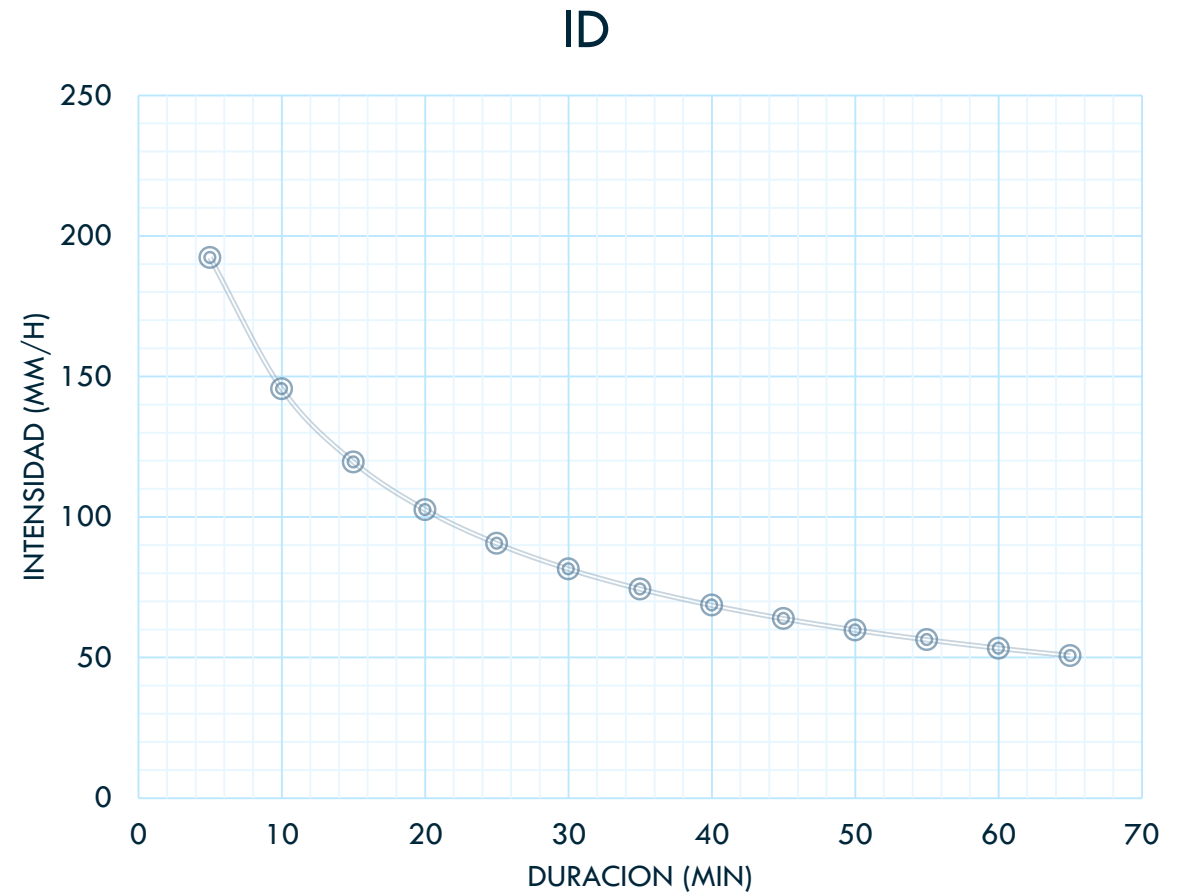
$I$  = intensidad del aguacero ( $mm/h$ )

$C$  = coeficiente de escorrentía

$Q$  = caudal máximo instantáneo ( $m^3/s$ )

# EJEMPLO

Calcule el caudal d escurrimiento máximo en una cuenca de  $40\text{km}^2$ , que posee una precipitación media anual de  $600\text{mm}$  y se encuentra en una zona montañosa rocosa. La longitud del río principal es de  $10\text{km}$  y tiene una pendiente de  $5\%$ .



# ¿CÓMO MIDO EL CAUDAL?

Método volumétrico

10 min – 100%

13 min – 90%

15 min – 80%

Método área-velocidad o flotadores

Si está incompleto el trabajo tienen automáticamente 50%

Vertederos de aforo

Limnógrafo



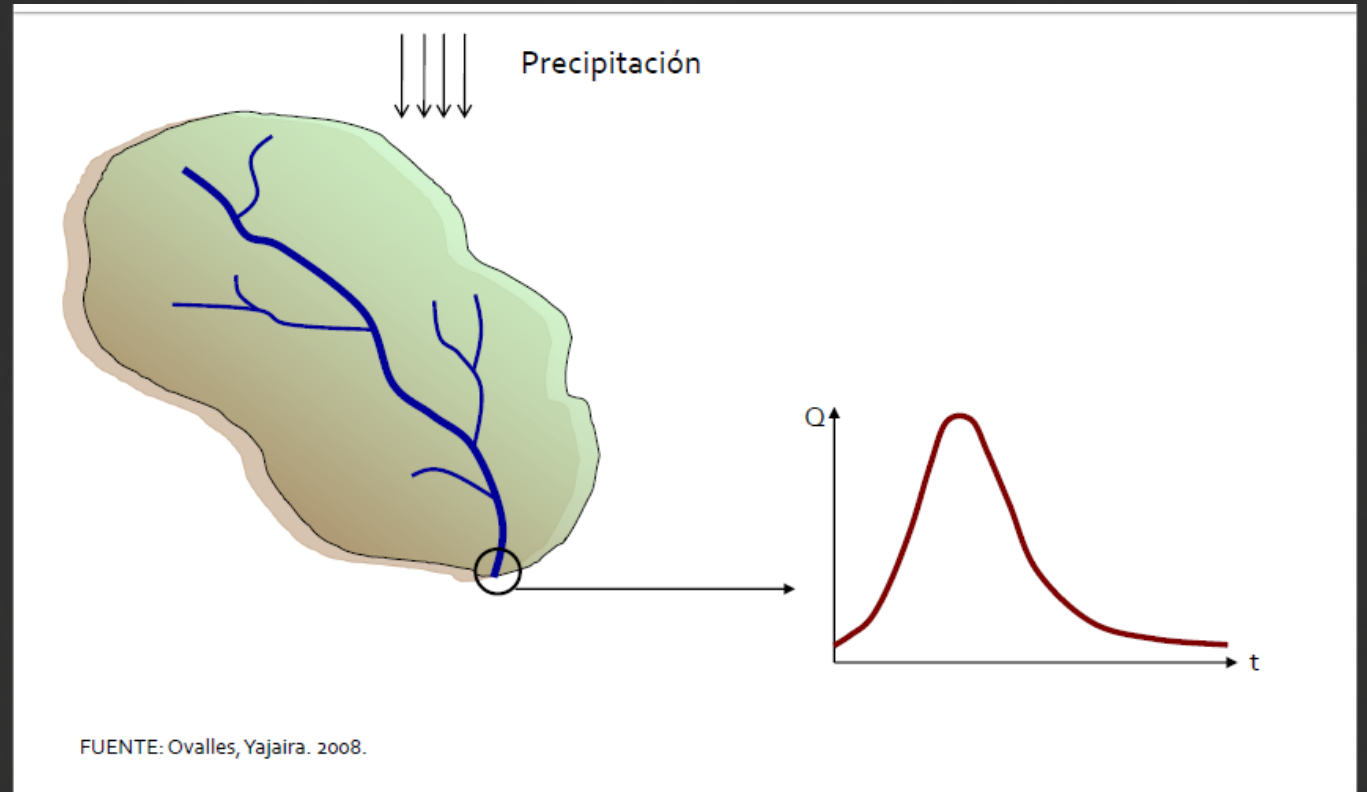




# HIDROGRAMA

Representación gráfica de la variación del caudal en relación al tiempo. En las ordenadas se ubica el caudal instantáneo (gasto) y el tiempo en las abscisas.

Área bajo la curva - volumen





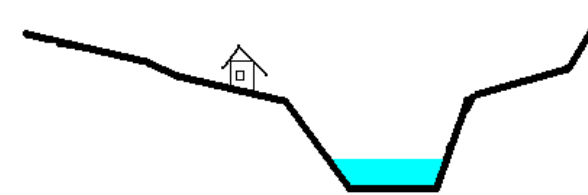
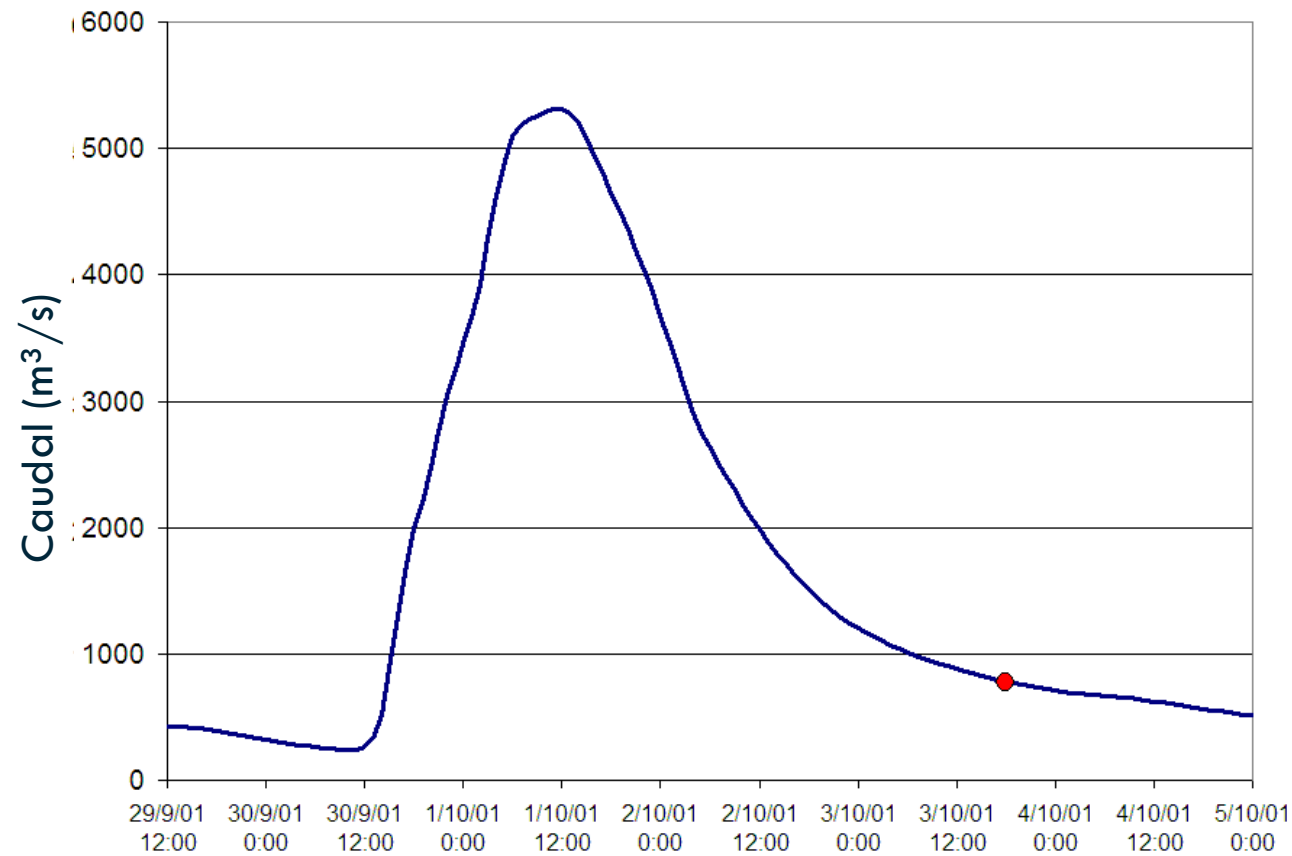
# HIDROGRAMA

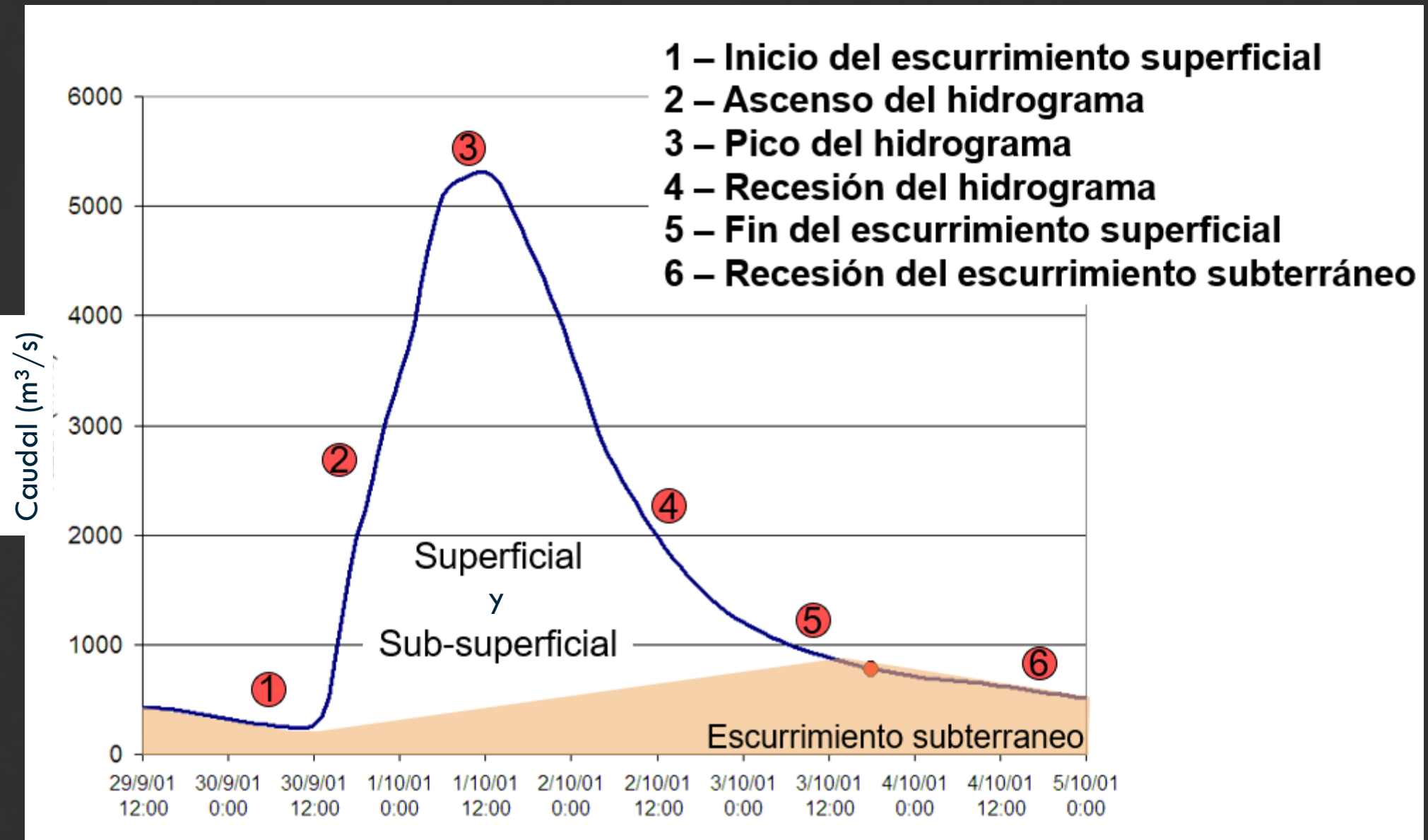
*“El hidrograma puede ser entendido como la respuesta de la cuenca hidrográfica a una precipitación dada y la contribución de un acuífero”*

La distribución del caudal en el tiempo es el resultado de la interacción de todos los componentes del ciclo hidrológico entre la ocurrencia de la precipitación y el caudal en la cuenca hidrográfica

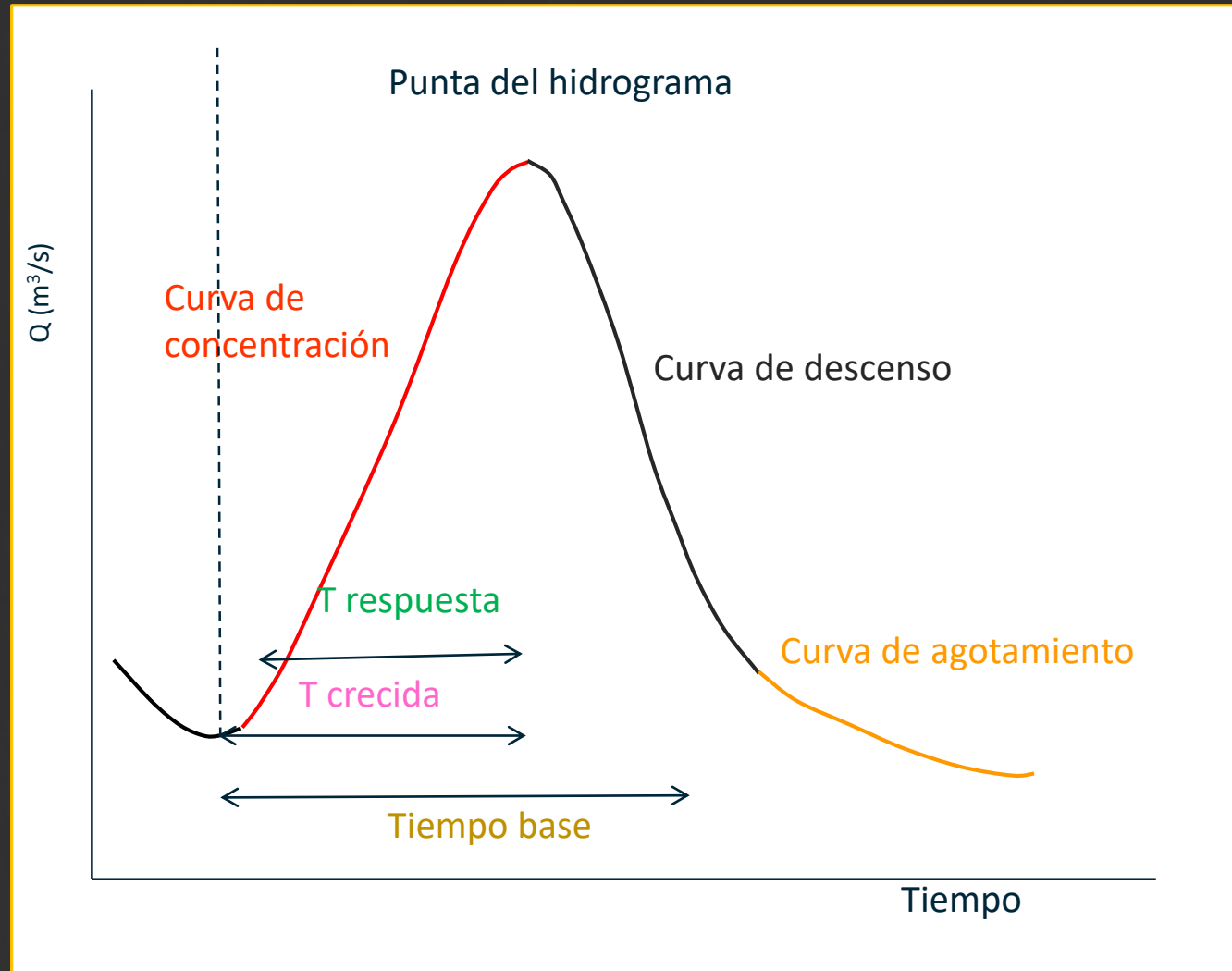


# HIDROGRAMA

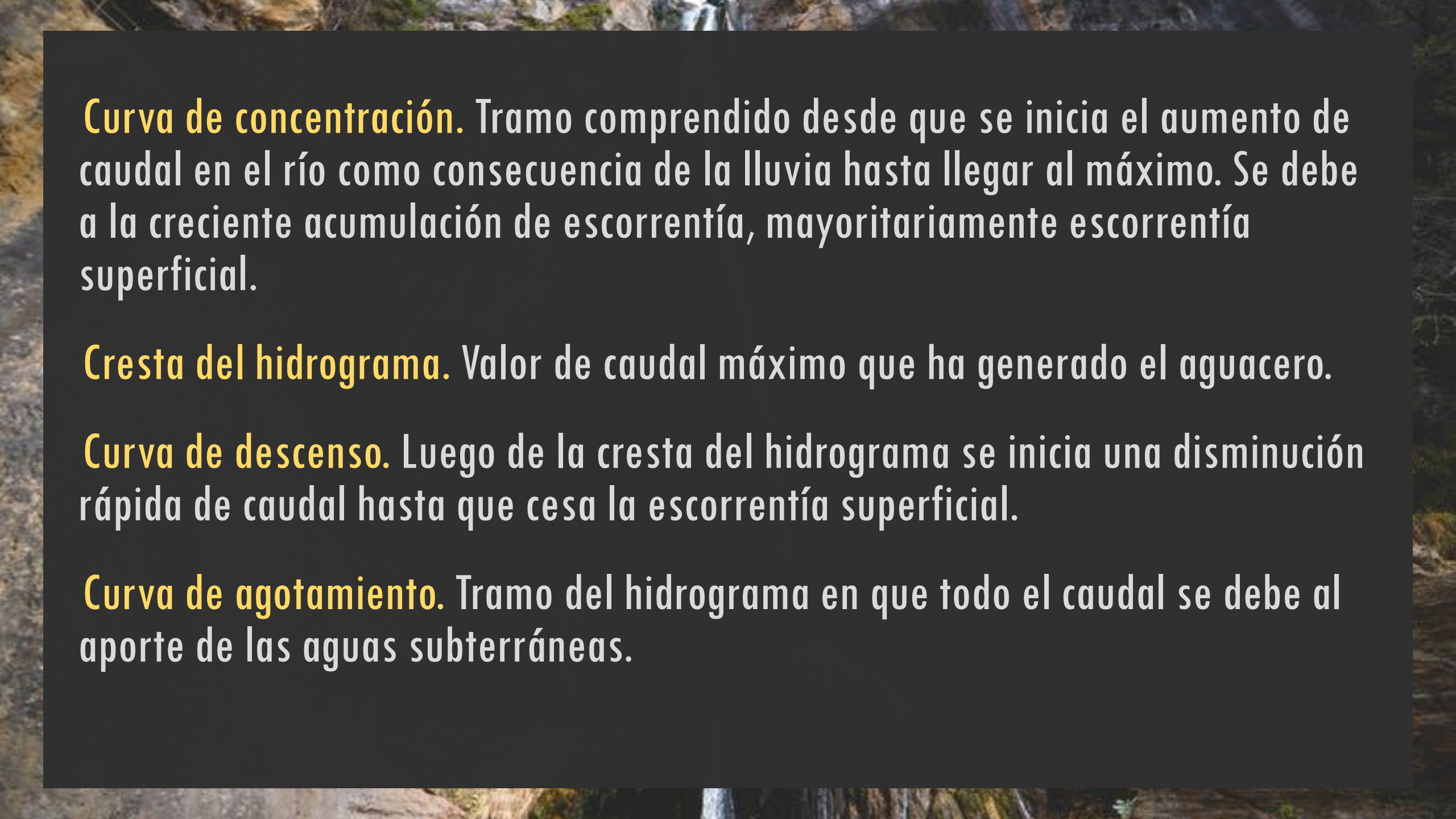




# PARTES DEL HIDROGRAMA







**Curva de concentración.** Tramo comprendido desde que se inicia el aumento de caudal en el río como consecuencia de la lluvia hasta llegar al máximo. Se debe a la creciente acumulación de escorrentía, mayoritariamente escorrentía superficial.

**Cresta del hidrograma.** Valor de caudal máximo que ha generado el aguacero.

**Curva de descenso.** Luego de la cresta del hidrograma se inicia una disminución rápida de caudal hasta que cesa la escorrentía superficial.

**Curva de agotamiento.** Tramo del hidrograma en que todo el caudal se debe al aporte de las aguas subterráneas.

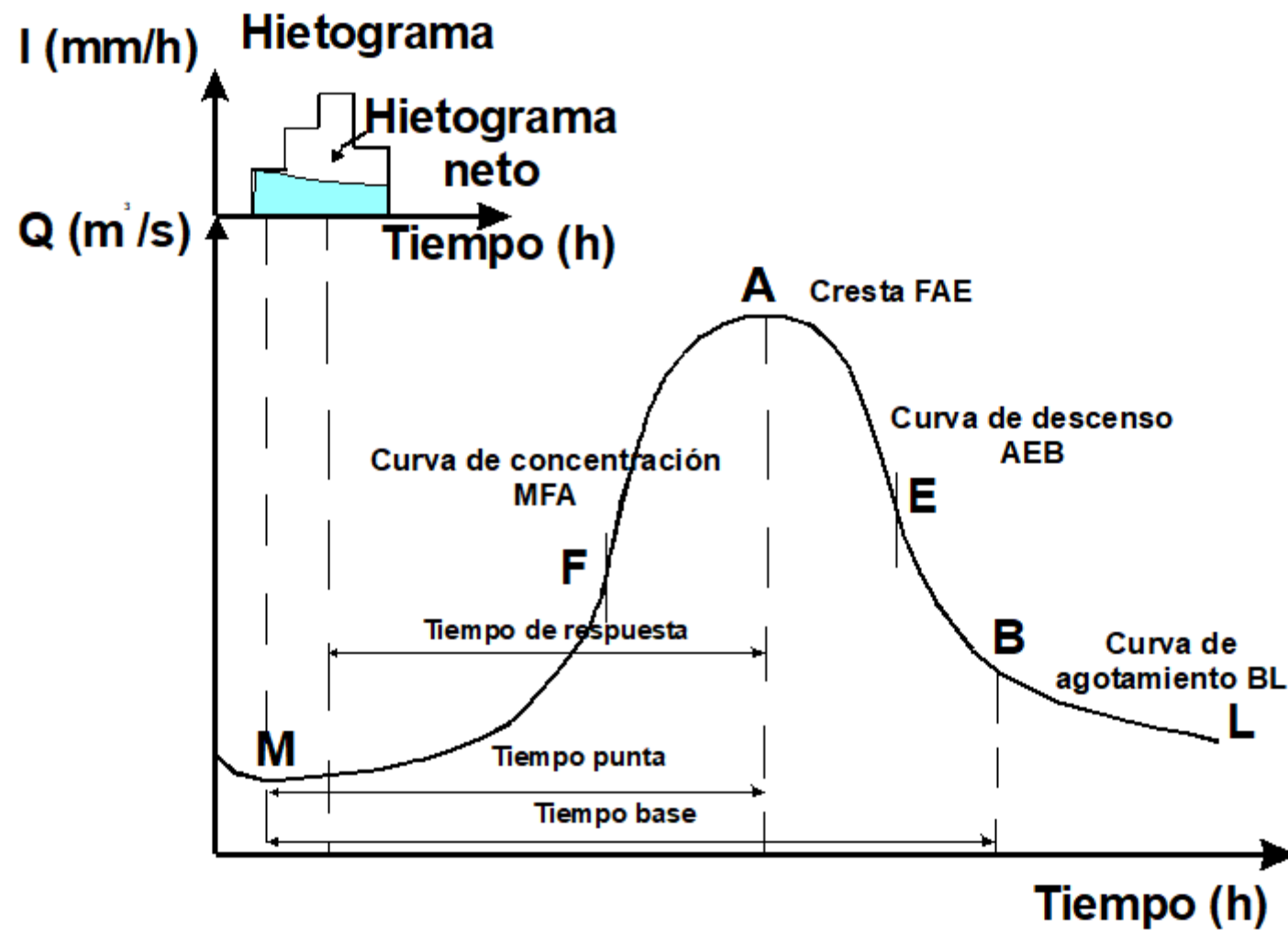
# PARÁMETROS DE TIEMPO:

**Tiempo de crecida.** El transcurrido entre el inicio de la crecida y la punta del hidrograma.

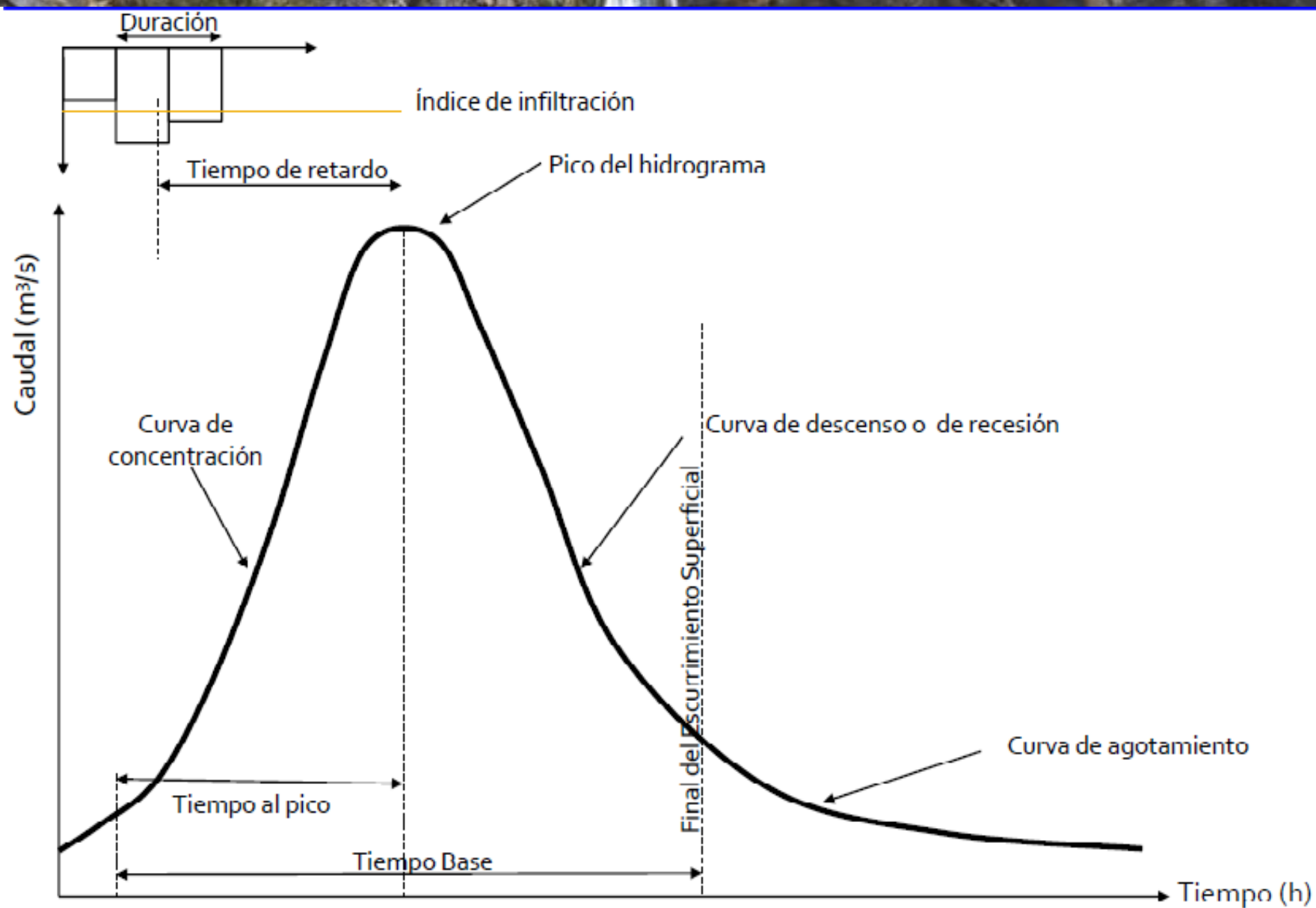
**Tiempo de respuesta o lag.** El transcurrido entre el centro de gravedad del hietograma y la punta del hidrograma.

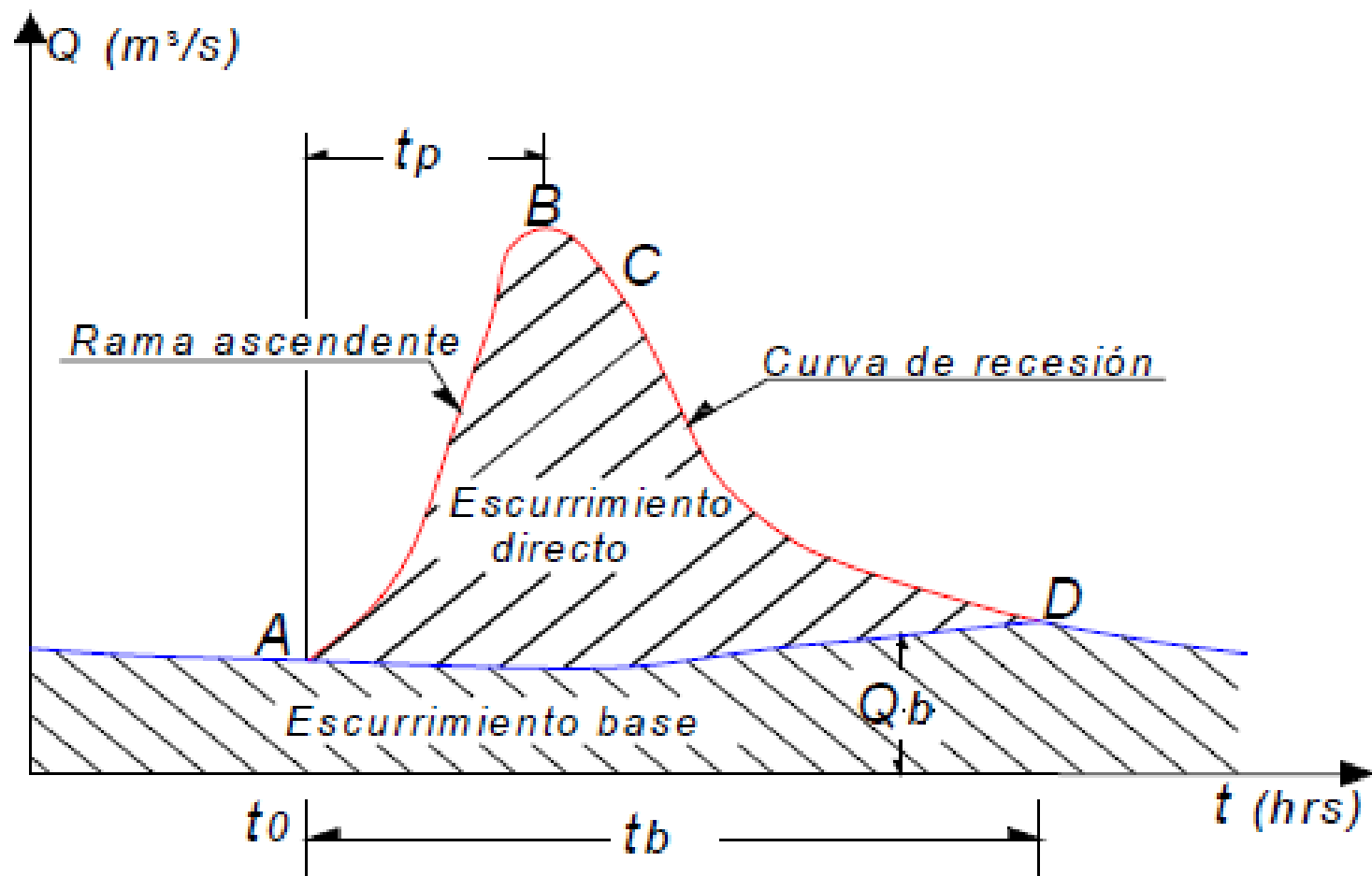
**Tiempo base.** El transcurrido entre el inicio de la crecida y el final de la escorrentía superficial.











*Punto de levantamiento(A).*

*Pico (B).*

*Punto de inflexión (C).*

*Final del escurrimiento directo (D).*

*Tiempo de pico ( $t_p$ )*

*Tiempo base ( $t_b$ ).*

*Escorrimento directo.*

# CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA

**Volumen del escurrimiento:** Área bajo el hidrograma

**Caudal de pico:** Caudal máximo observado en el hidrograma

**Tiempo de escurrimiento:** Duración del escurrimiento

**Tiempo de retardo ( $t_l$ ):** tiempo entre los centros de masa de la lluvia y del hidrograma.



# CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA

**Tiempo de pico ( $t_p$ ):** tiempo entre el centro de masa de la lluvia y el pico del hidrograma.

**Tiempo de ascensión ( $t_m$ ):** tiempo del inicio de la lluvia al pico del hidrograma.

**Tiempo de base ( $t_b$ ):** duración del escurrimiento superficial directo.

**Tiempo de concentración ( $t_c$ ):** es el tiempo necesario para que el agua precipitada en el punto más lejano de la cuenca, se desplace hasta la sección principal; en este tiempo la cuenca está contribuyendo plenamente y el caudal es máximo.

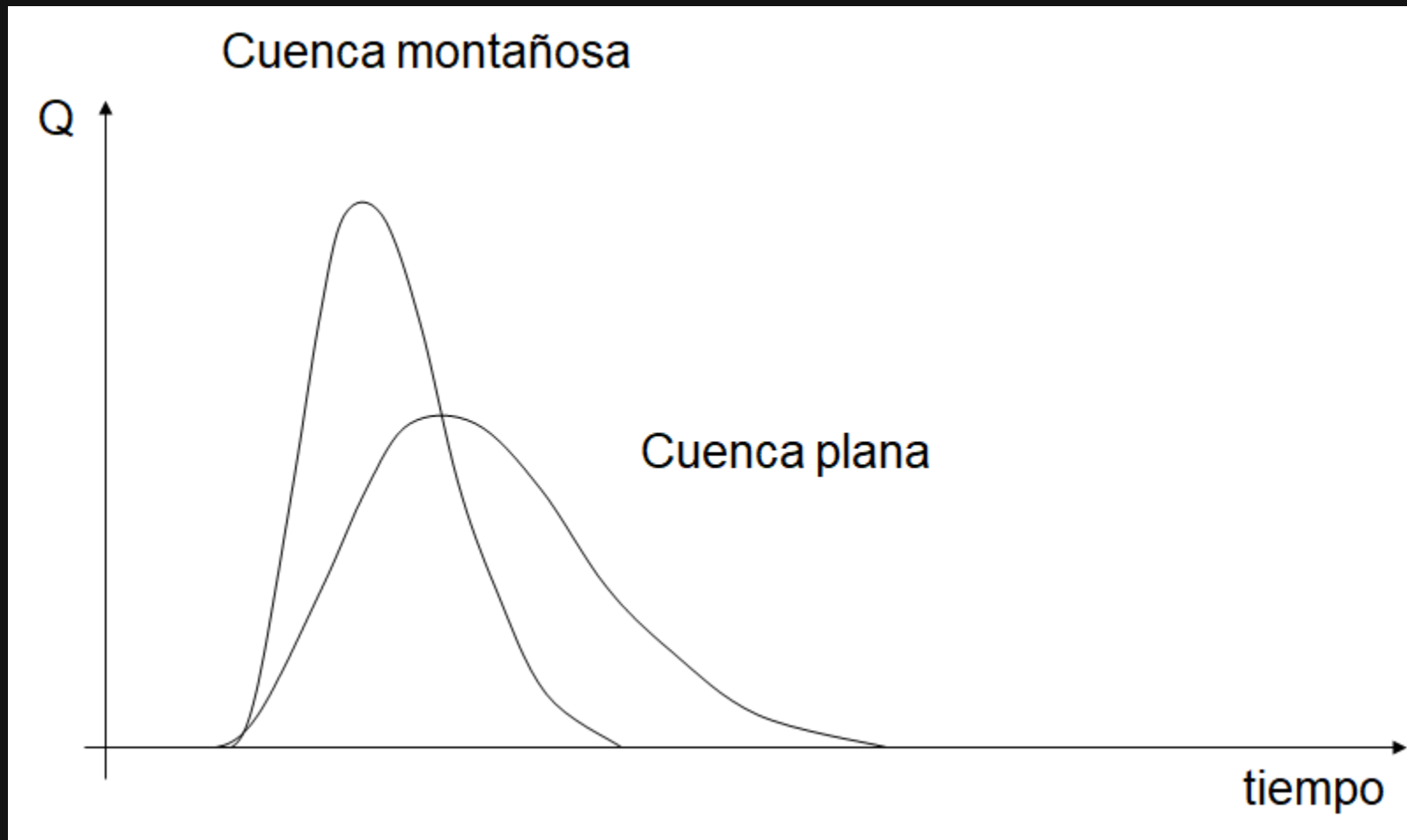
# TIEMPOS Y LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CUENCA:

Cuencas más empinadas tienen **tiempo de concentración**  $t_c$  y **tiempo de base**  $t_b$  menores relativamente y mayores picos de escurrimiento;

Cuencas con más vegetación tienen **tiempo de retardo**  $t_r$  mayores relativamente, mayor infiltración y menores picos;

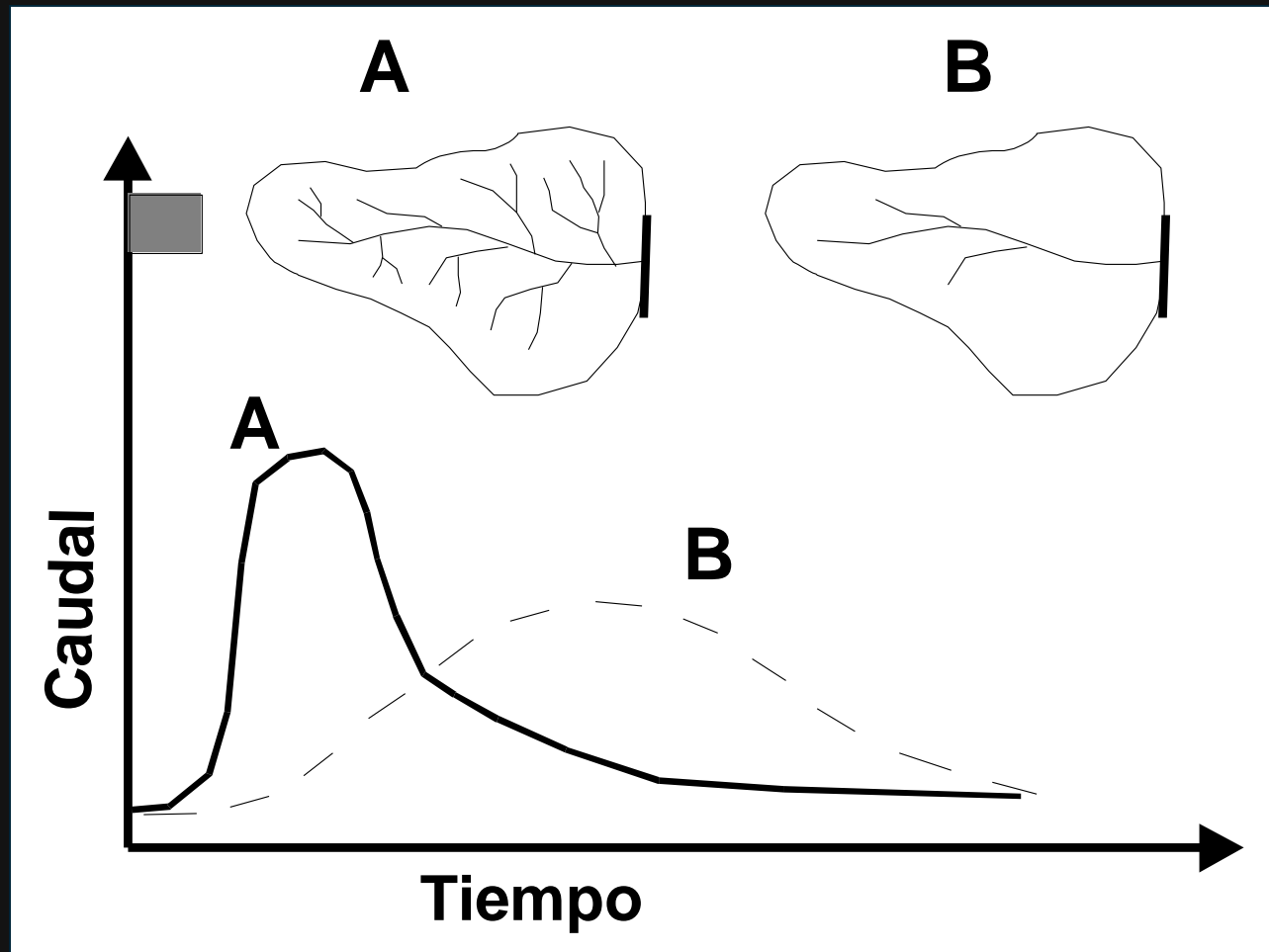
Cuencas con más suelos más profundos (arenosos) presentan **tiempo de ascensión**  $t_m$  y **concentración**  $t_c$  mayores, relativamente, y bajo volumen de escurrimiento superficial directo.

# ¿QUÉ AFECTA A LA FORMA DEL HIDROGRAMA?

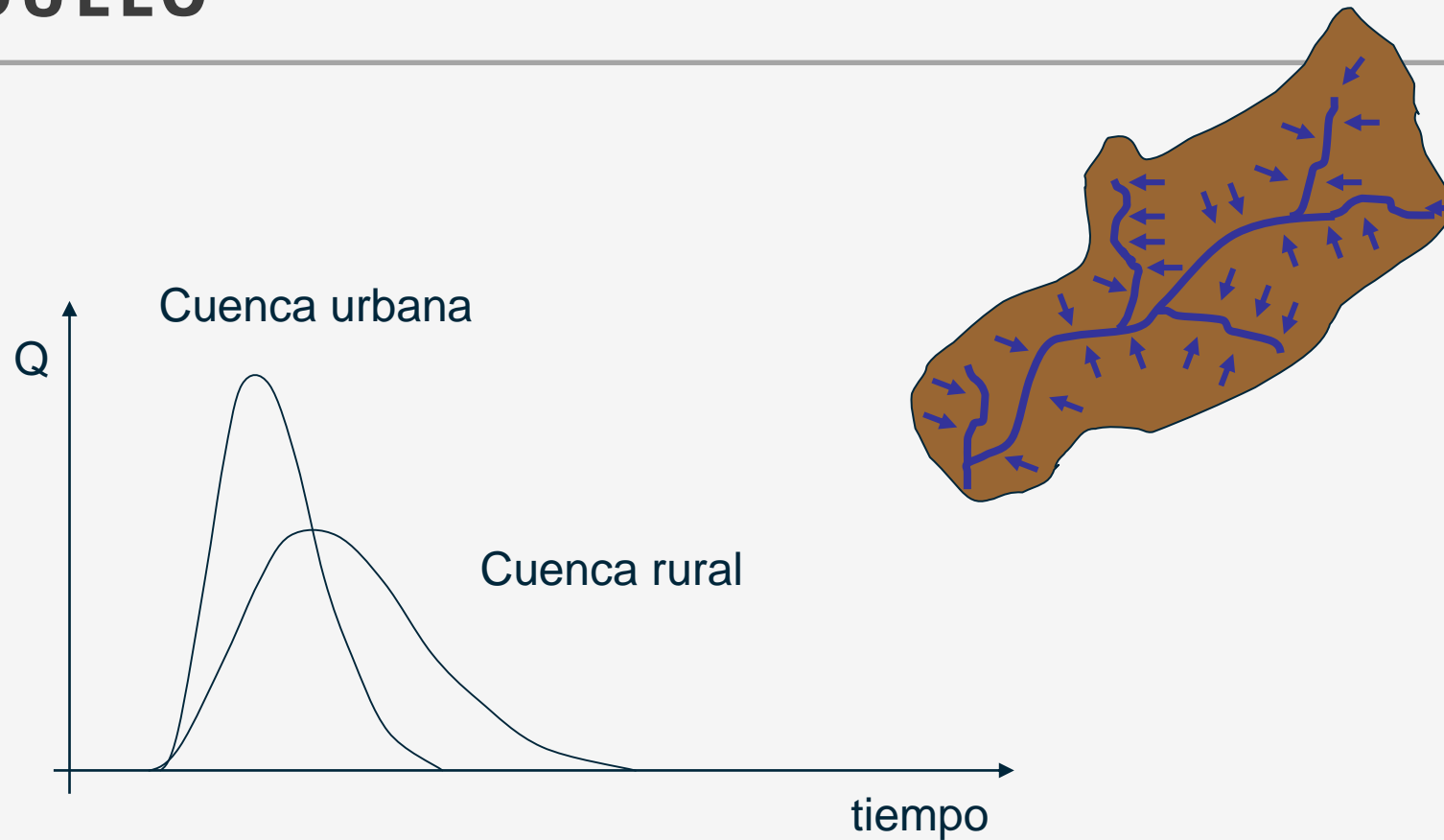




# DENSIDAD DE DRENAJE



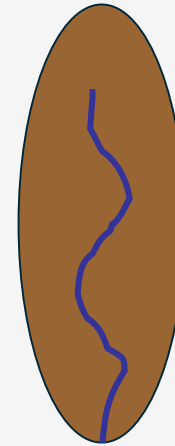
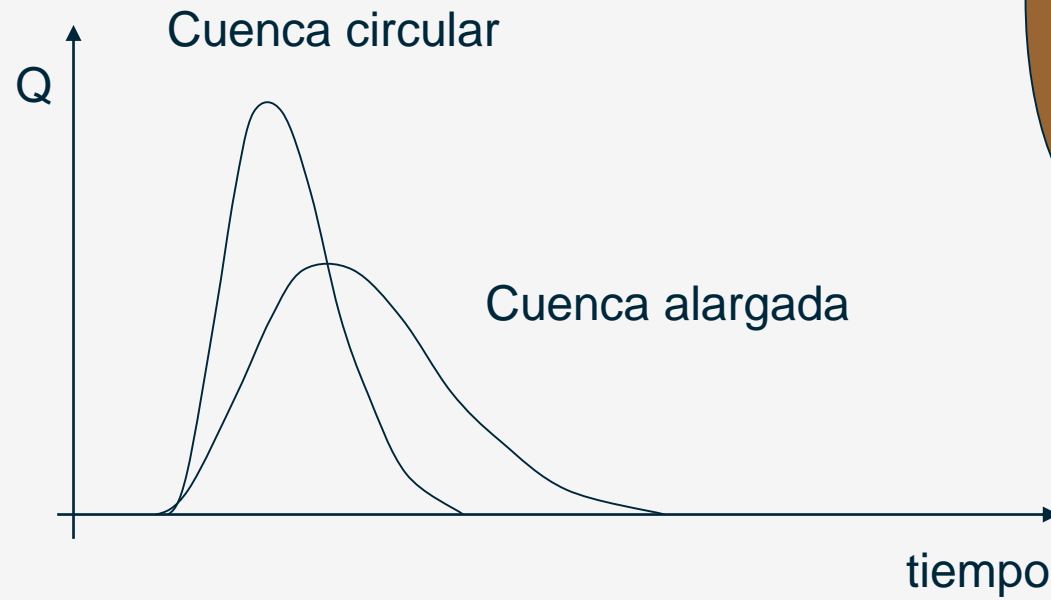
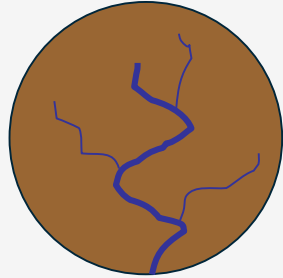
# USO DEL SUELO



Obras de drenaje hacen el escurrimiento más rápido

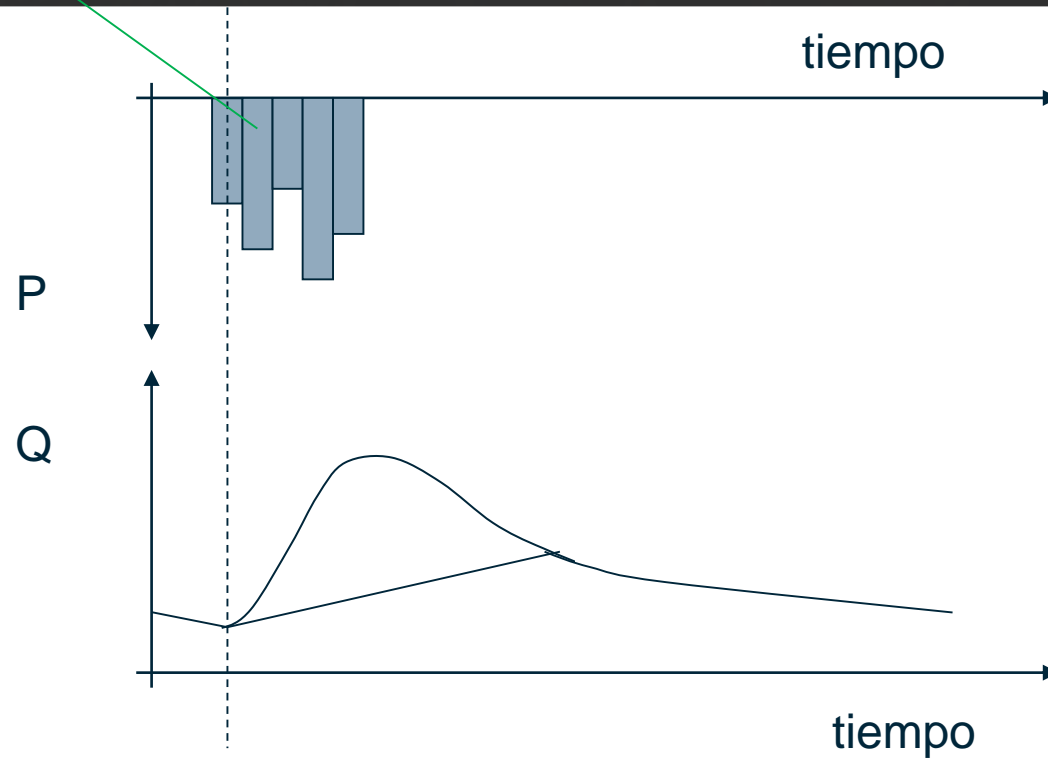
# FORMA DE LA CUENCA

---



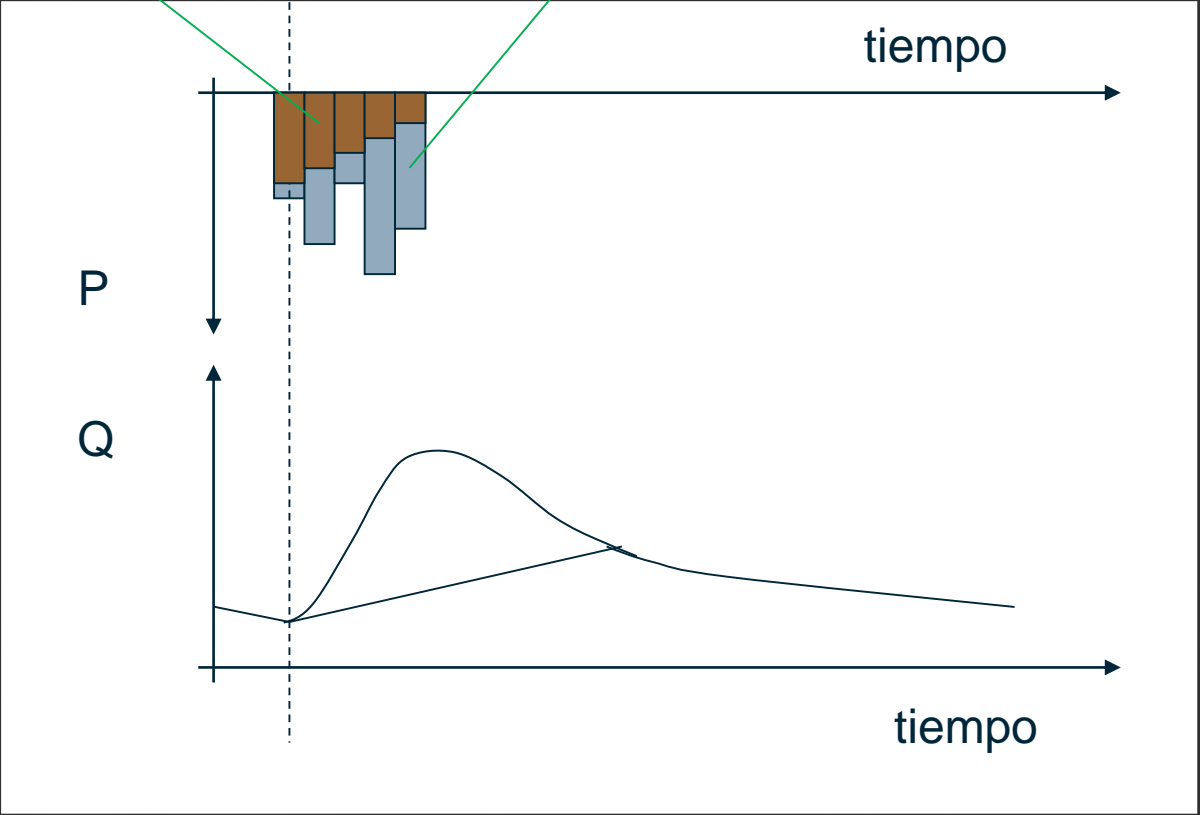


Precipitación



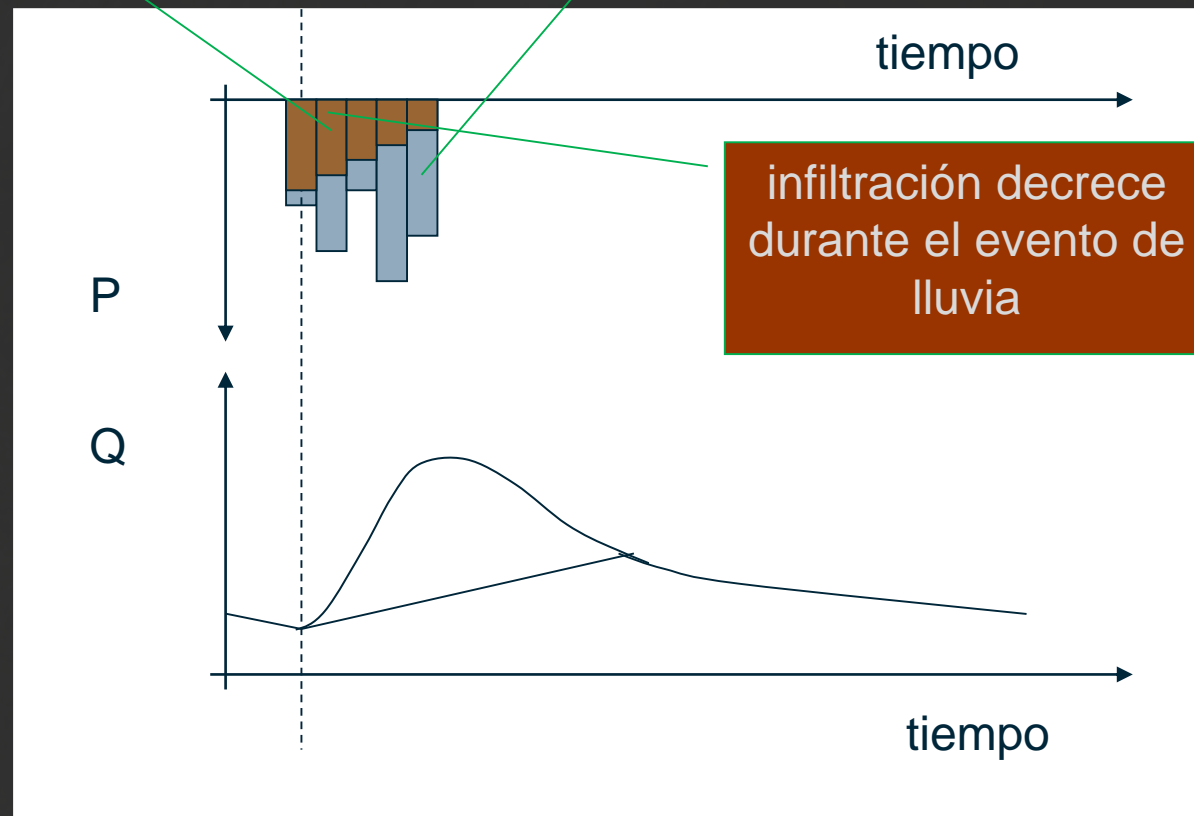
Infiltración

Escurremimiento



Infiltración

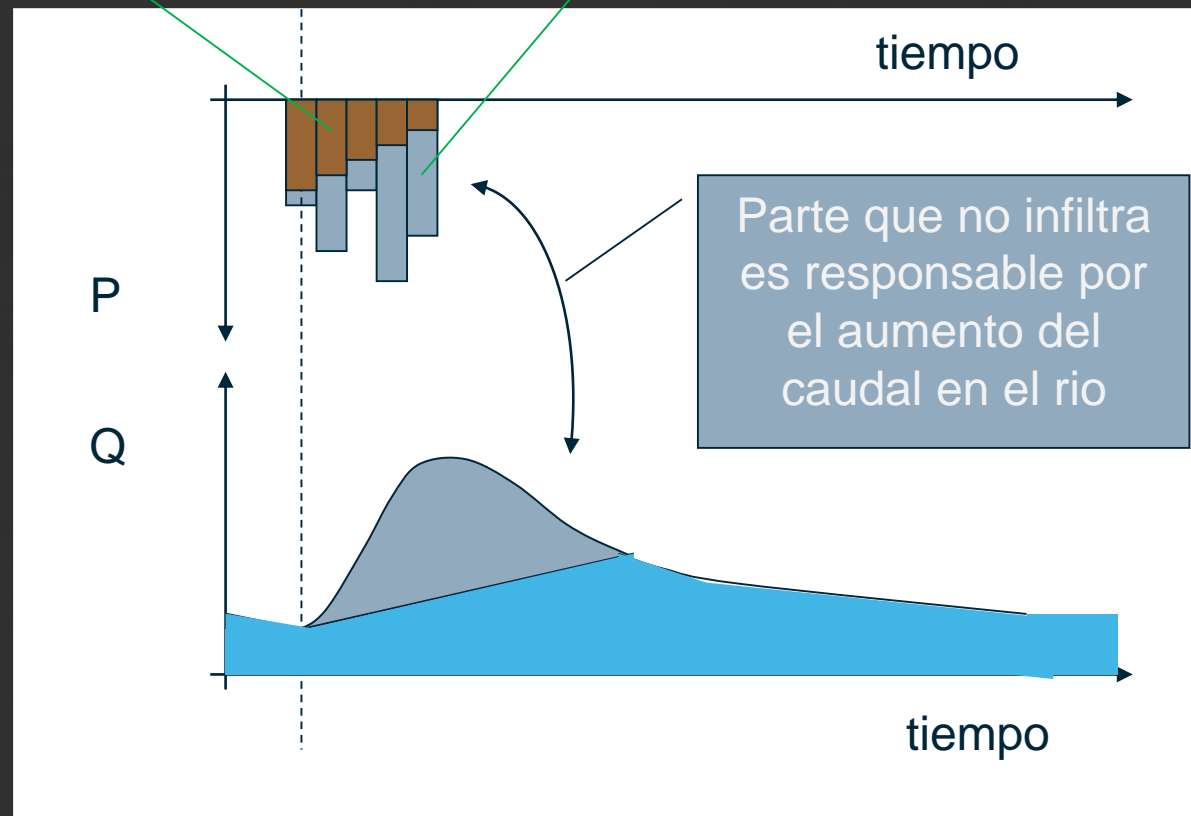
Escurrimiento





Infiltración

Escurrimiento



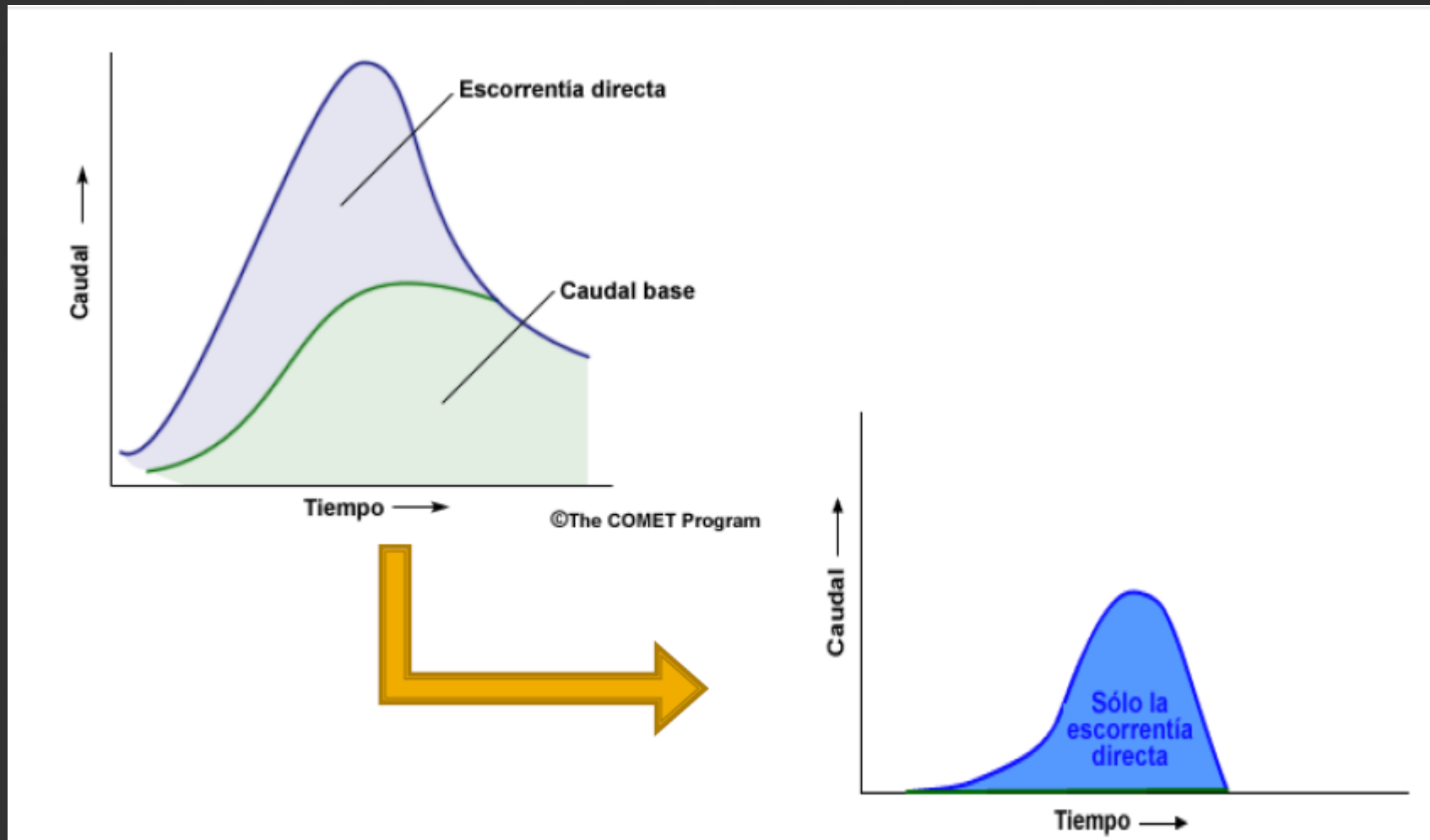


ETC





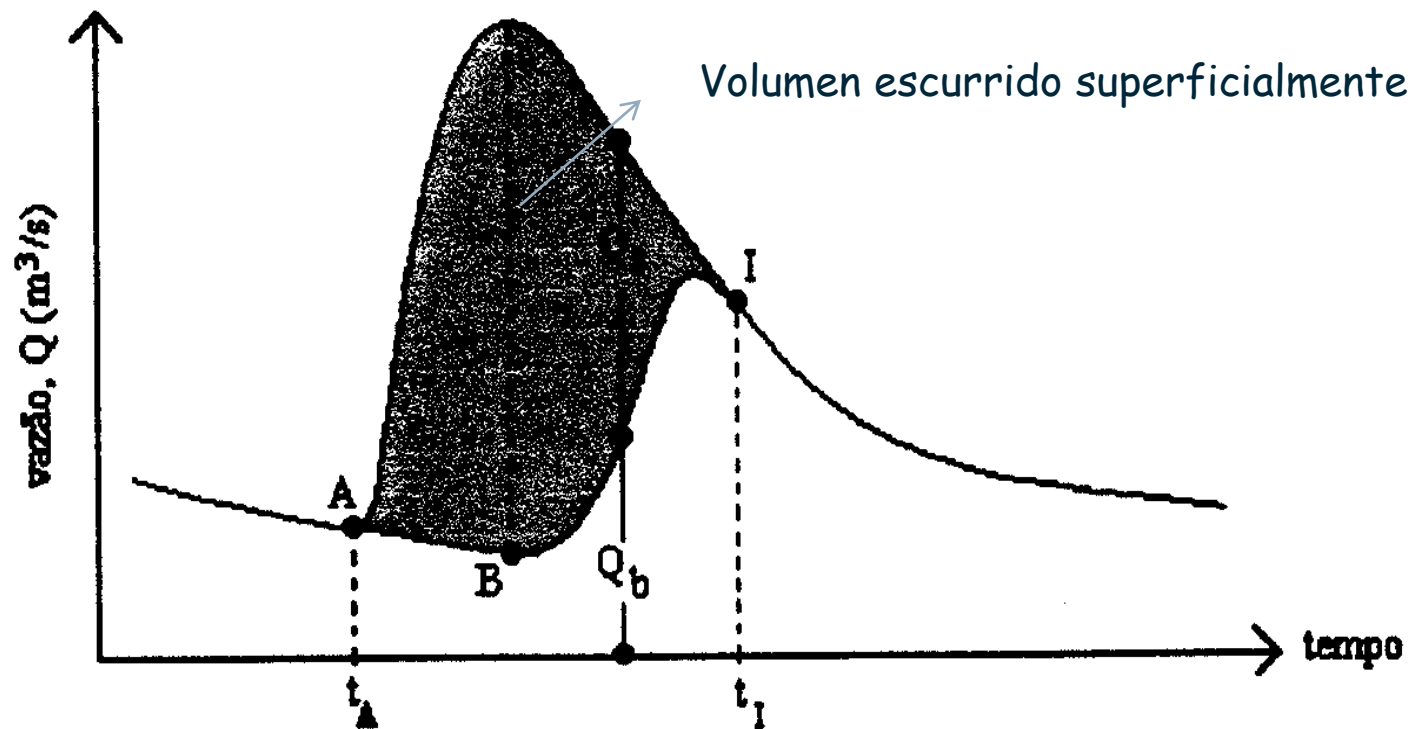
# SEPARACIÓN DEL CAUDAL BASE





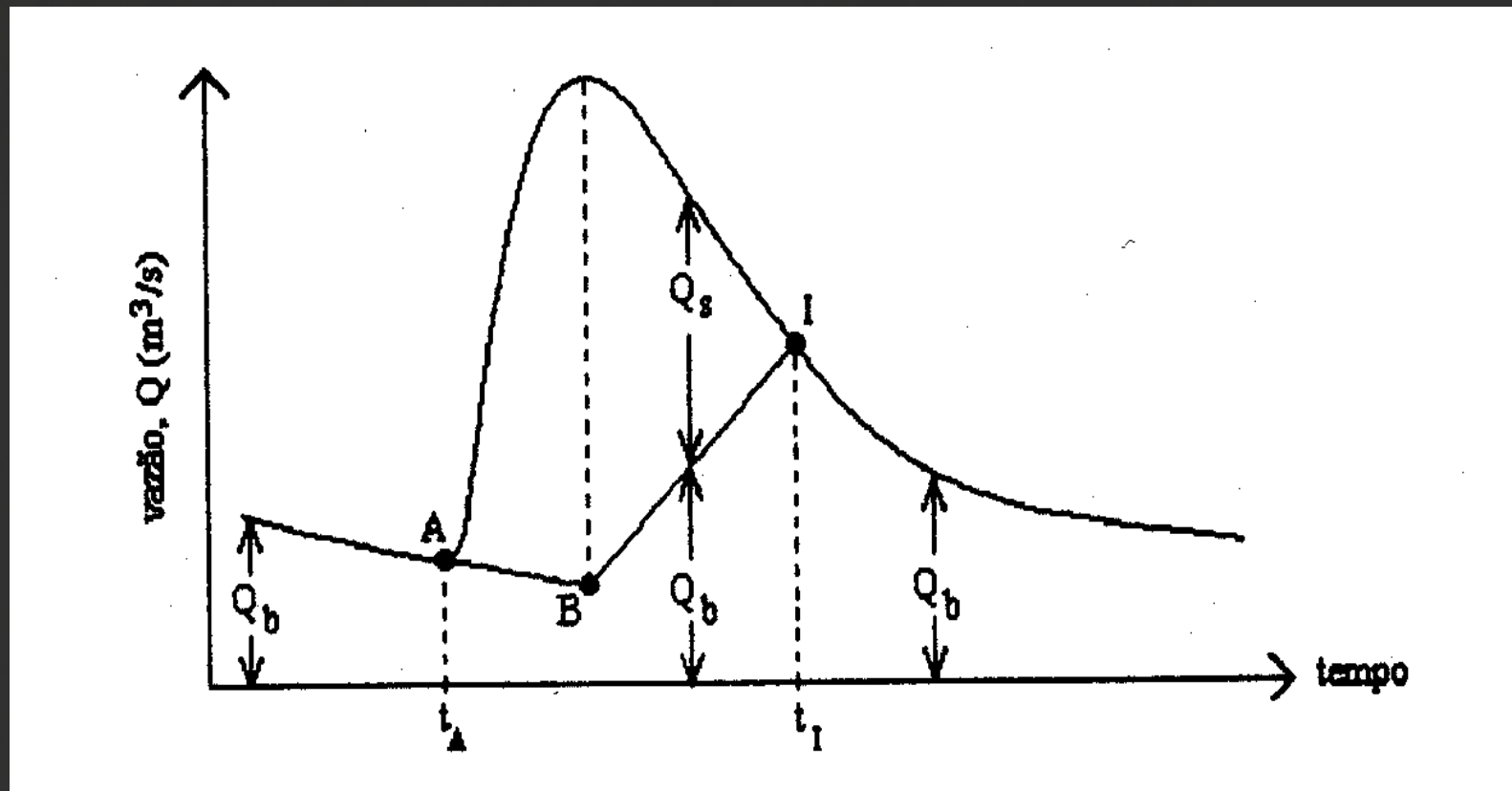
# SEPARACIÓN DE LAS COMPONENTES

Método 1 — se prolonga el tramo de recesión del hidrograma en el período que antecede al inicio de la lluvia (punto A) hasta el punto B, sobre la vertical que pasa por el pico del hidrograma. Partiendo de B se diseña una curva suave de concordancia hasta el punto I



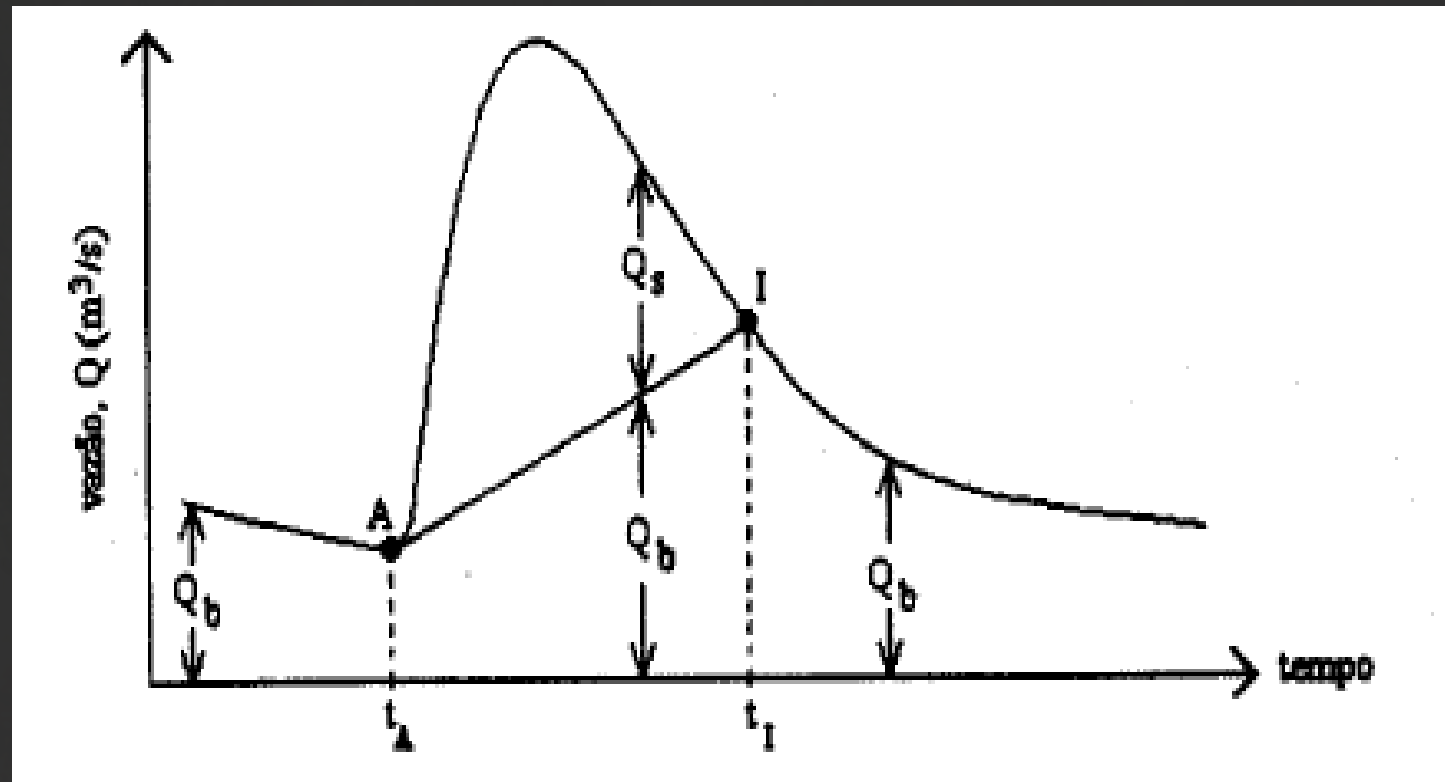
# SEPARACIÓN DE LAS COMPONENTES

Método 2 — se procede como en el método 1, pero la ligación entre B e I es por medio de un segmento de reta



# SEPARACIÓN DE LAS COMPONENTES

Método 3 — más simple de todos e consiste en ligar los puntos A e I por un segmento de recta



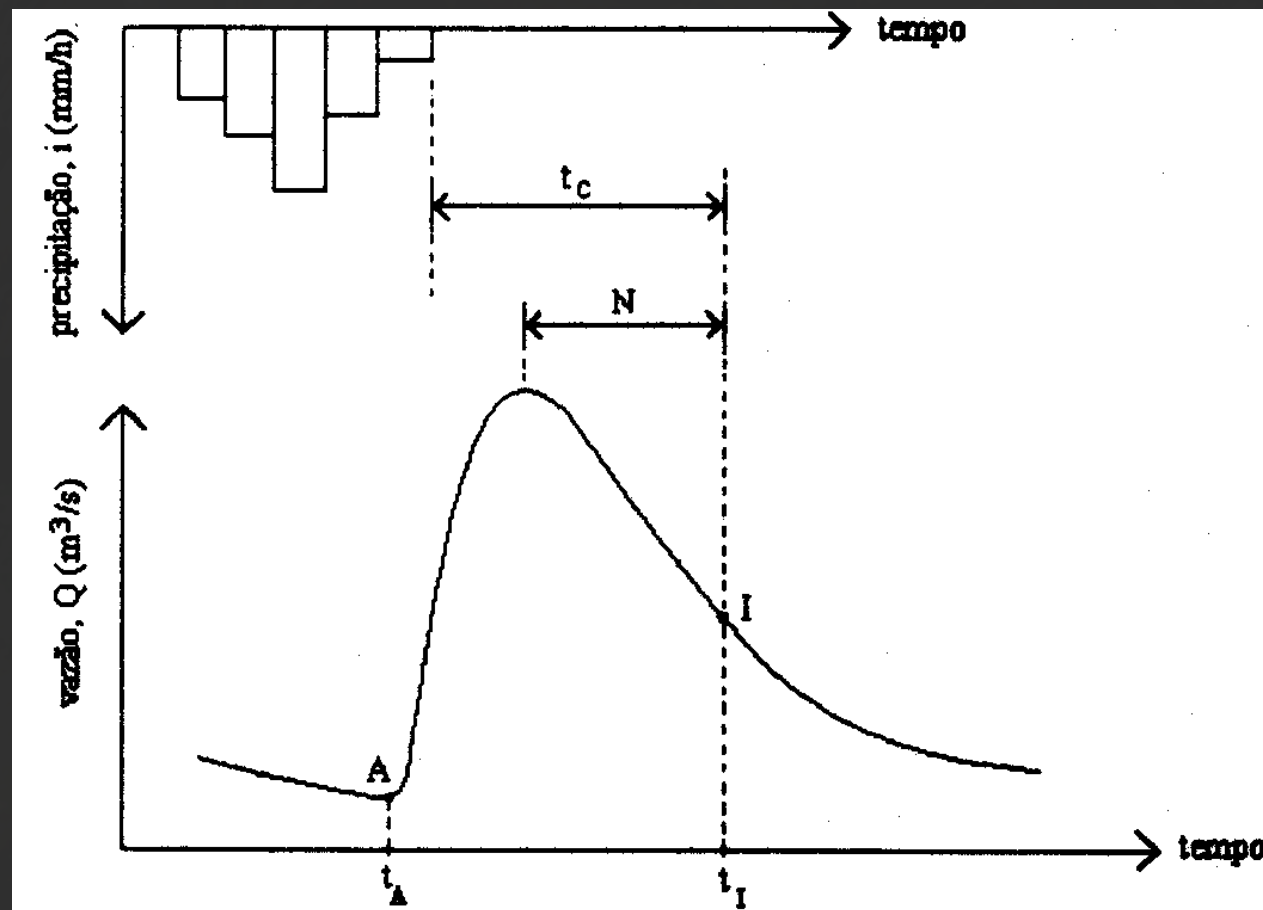


# SEPARACIÓN DE LAS COMPONENTES

Método de Linsley, Kohler e Paulhus (1975)

$$N = 0,827 \times A^{0,2}$$

N, dias; A, km<sup>2</sup>



# SEPARACIÓN DE LAS COMPONENTES

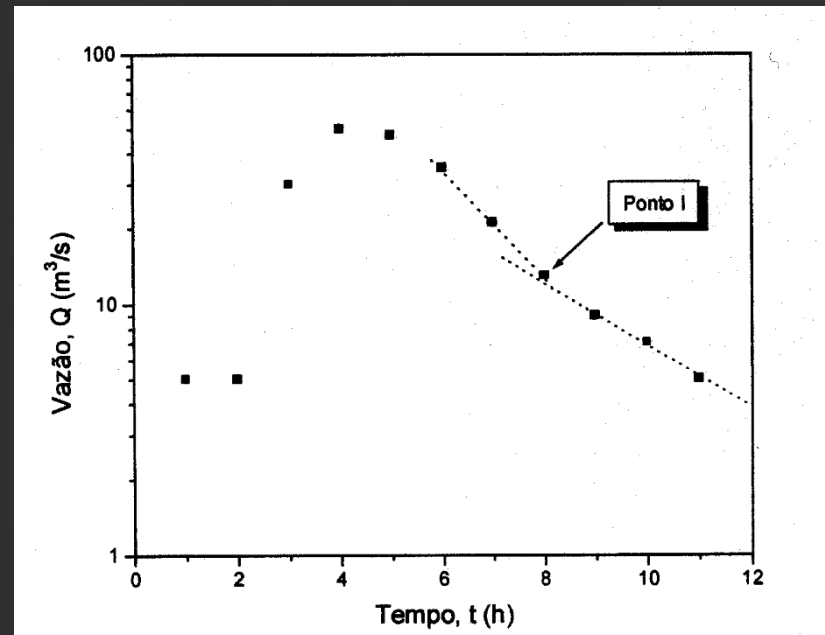
Obtención de los puntos A e I

Punto A — se determina fácilmente, pues corresponde a un cambio brusco en la inclinación de la curva de descarga

Punto I — se determina más difícilmente, existen varios criterios para su determinación

Método gráfico

Gráfico de  $Q \times t$ , con  $Q$  en escala log







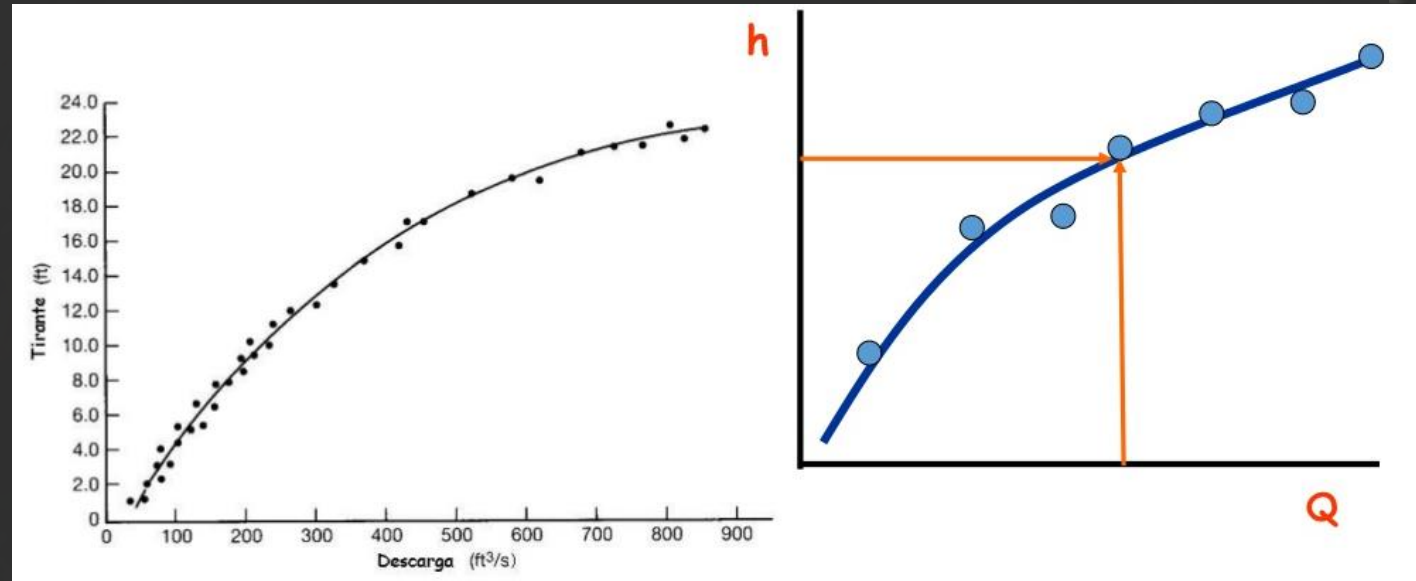
# CURVAS IMPORTANTES



# CURVA DE DESCARGA

Relación funcional entre el caudal en el curso de un río ( $Q$ ) con un nivel de referencia, generalmente la altura Limnimétrica ( $h$ ), obteniendo así la función  $Q = f(h)$

El propósito de la curva de descarga es calcular caudales al conocer la altura de los niveles de agua, permitiendo una estimación rápida y económica usando la función  $Q = f(h)$ .

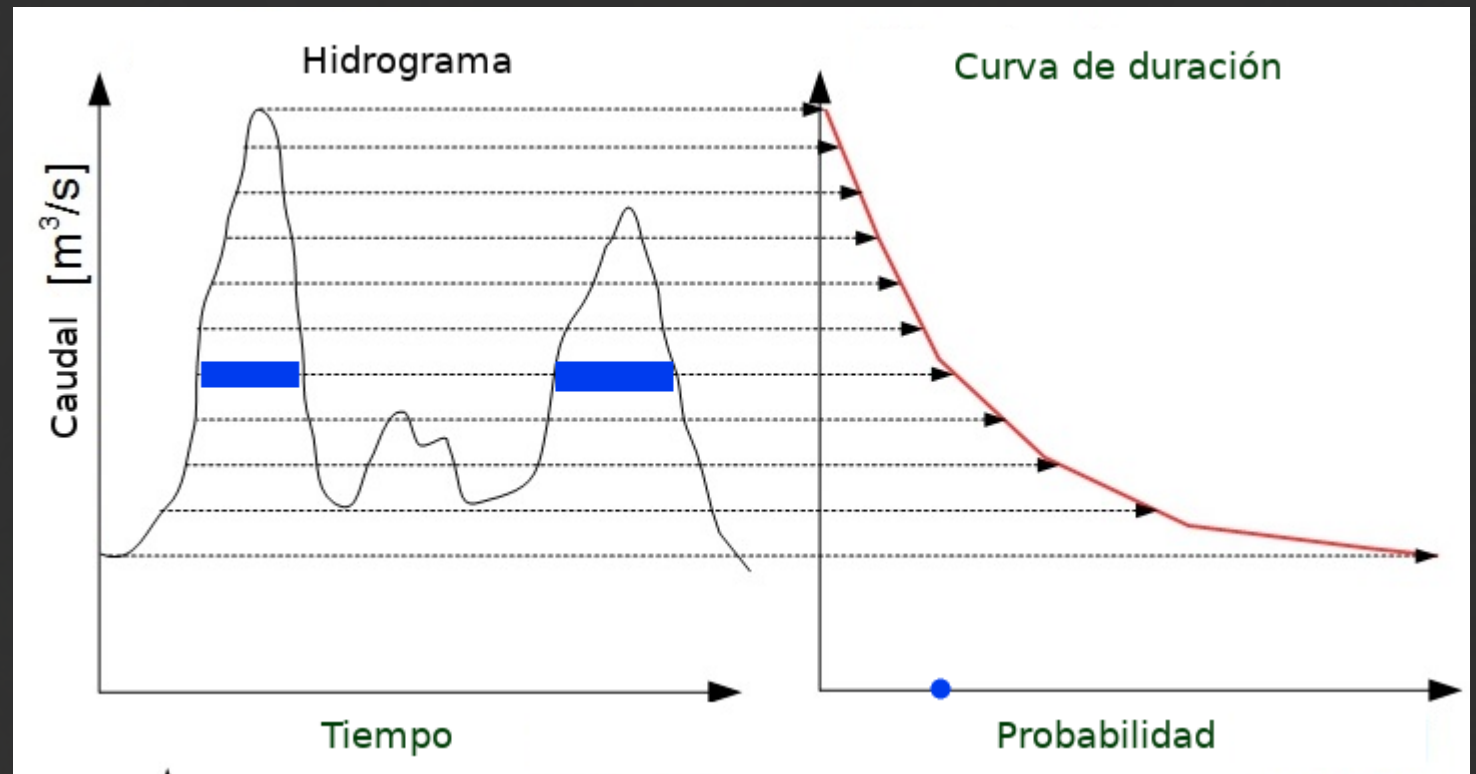


# HIDROGRAMA



# CURVA DE DURACIÓN GENERAL

Curva de frecuencias acumuladas que indica el porcentaje de tiempo durante el cual la medida de un fenómeno ha sido igualado o excedido en un periodo de tiempo





# CURVA DE DURACIÓN O PERMANENCIA

Uno de los **análisis estadísticos** más simples y más importantes en la hidrología.

Análisis de los datos de caudal, como:

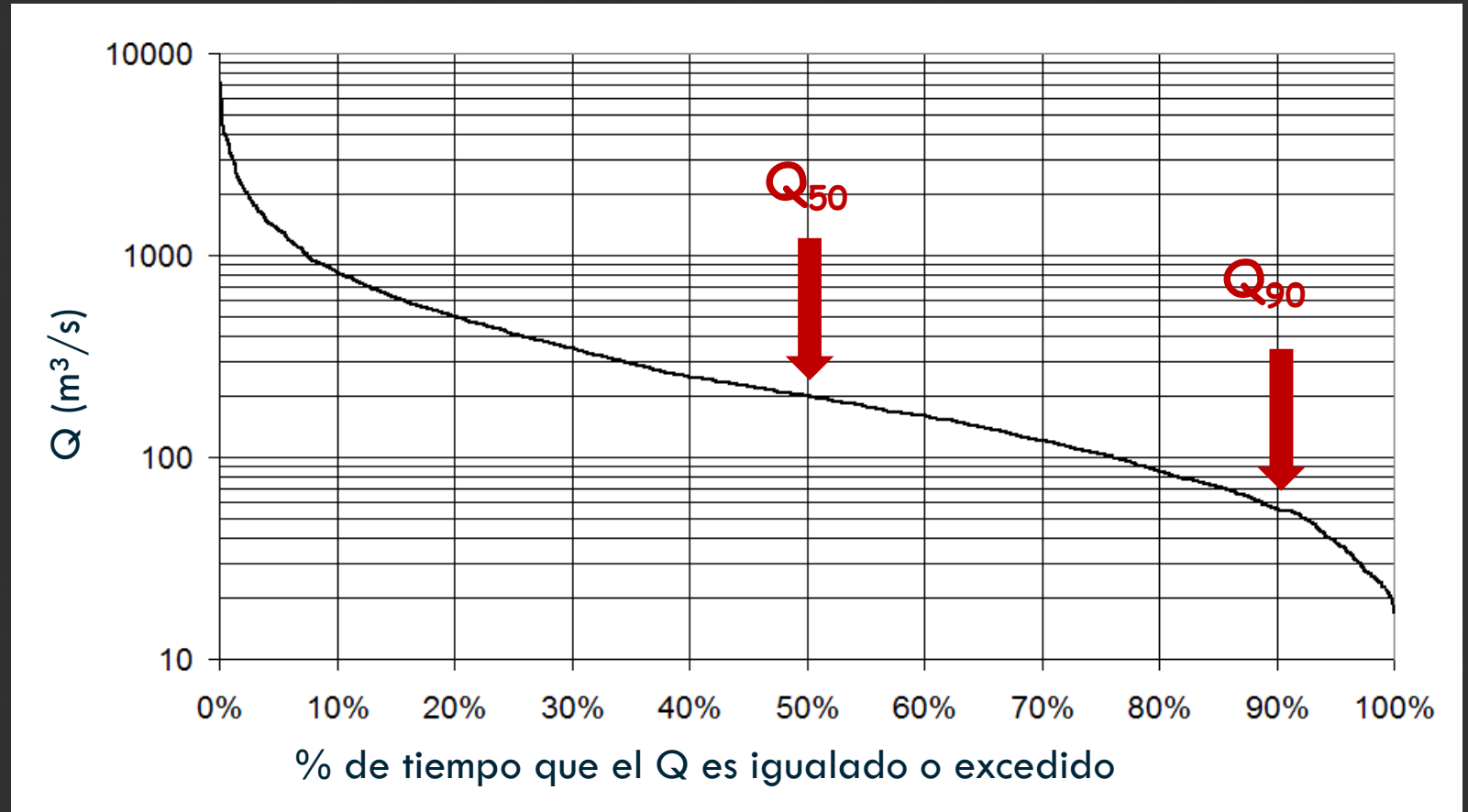
- El río tiene un caudal aproximadamente constante o extremadamente variable entre los extremos máximo y mínimo?
- Qué porcentaje de tiempo el río presenta caudales en un determinado rango?
- Qué porcentaje de tiempo el río tiene caudal suficiente para atender a una demanda determinada?

# CURVA DE DURACIÓN

Expresa la relación entre el caudal y la frecuencia con que este caudal se supera o se iguala

Esta frecuencia puede ser elaborada a partir de datos diarios o de datos mensuales de caudal

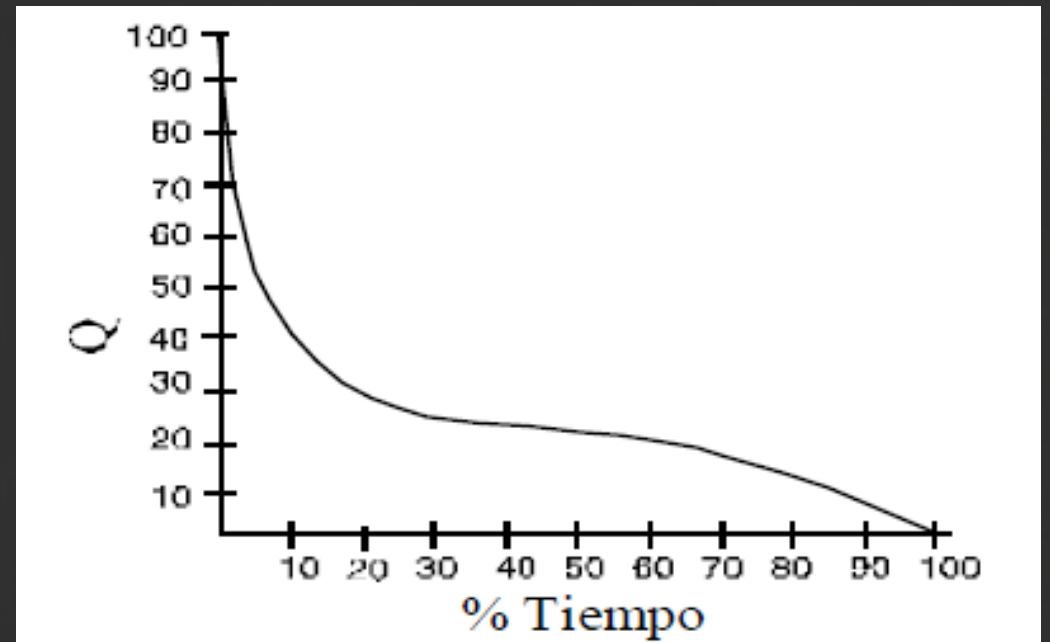
Relativamente fácil de obtener, siempre que existan datos de caudal



$Q_{90}$  – referencia en la Ley de medio Ambiente y de Recursos Hídricos  
 $Q_{95}$  – caudal que asegura la generación de energía en hidroeléctricas

# ¿PARA QUÉ SIRVE?

- Planificación de recursos hídricos
- Evaluar potencial hidroeléctrico de un río
- Estudios de control de inundaciones
- Diseño de sistemas de drenaje
- Estimación de caudal ecológico (10%)





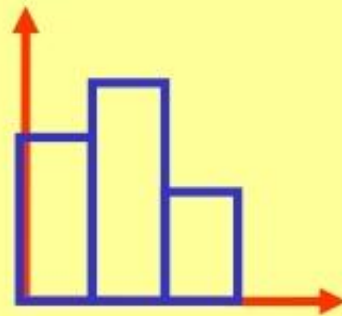
# EJERCICIO

Determine la curva de duración con los siguientes datos:

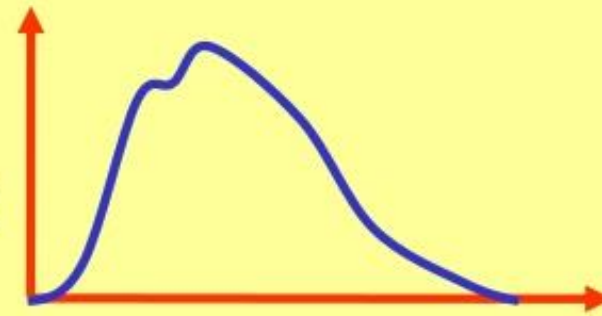
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
1933	546.00	485.00	278.00	160.00	106.00	80.60	67.60	56.10	52.40	108.00	144.00	108.00	182.64
1934	60.30	56.10	80.20	51.90	33.00	29.80	23.80	21.00	23.70	53.90	230.00	539.00	100.23
PROMEDIO	303.15	270.55	179.10	105.95	69.50	55.20	45.70	38.55	38.05	80.95	187.00	323.50	141.43

Caudal	Caudal Ordenado	Orden	Weibull	%
--------	-----------------	-------	---------	---

# Modelo PRECIPITACIÓN - ESCORRENTÍA



Modelo hidrograma



# HIDROGRAMA UNITARIO

Es el hidrograma de escorrentía directa que se producirá en la salida de la cuenca si sobre ella se produjera una precipitación neta unitaria de duración determinada.

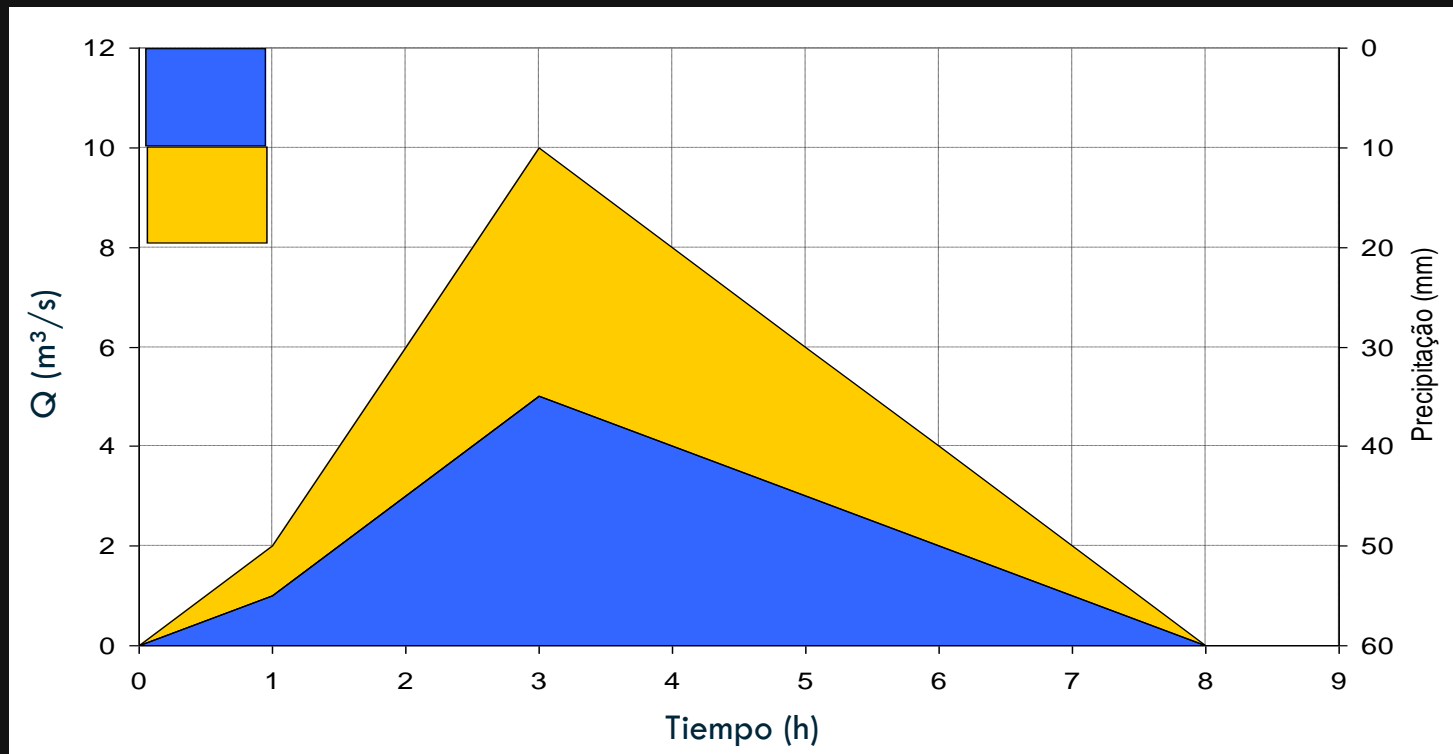
Ejemplo: 10mm durante una hora



# PRINCIPIOS DEL HIDROGRAMA UNITARIO

1º Principio (de la Constancia del Tiempo de Base).

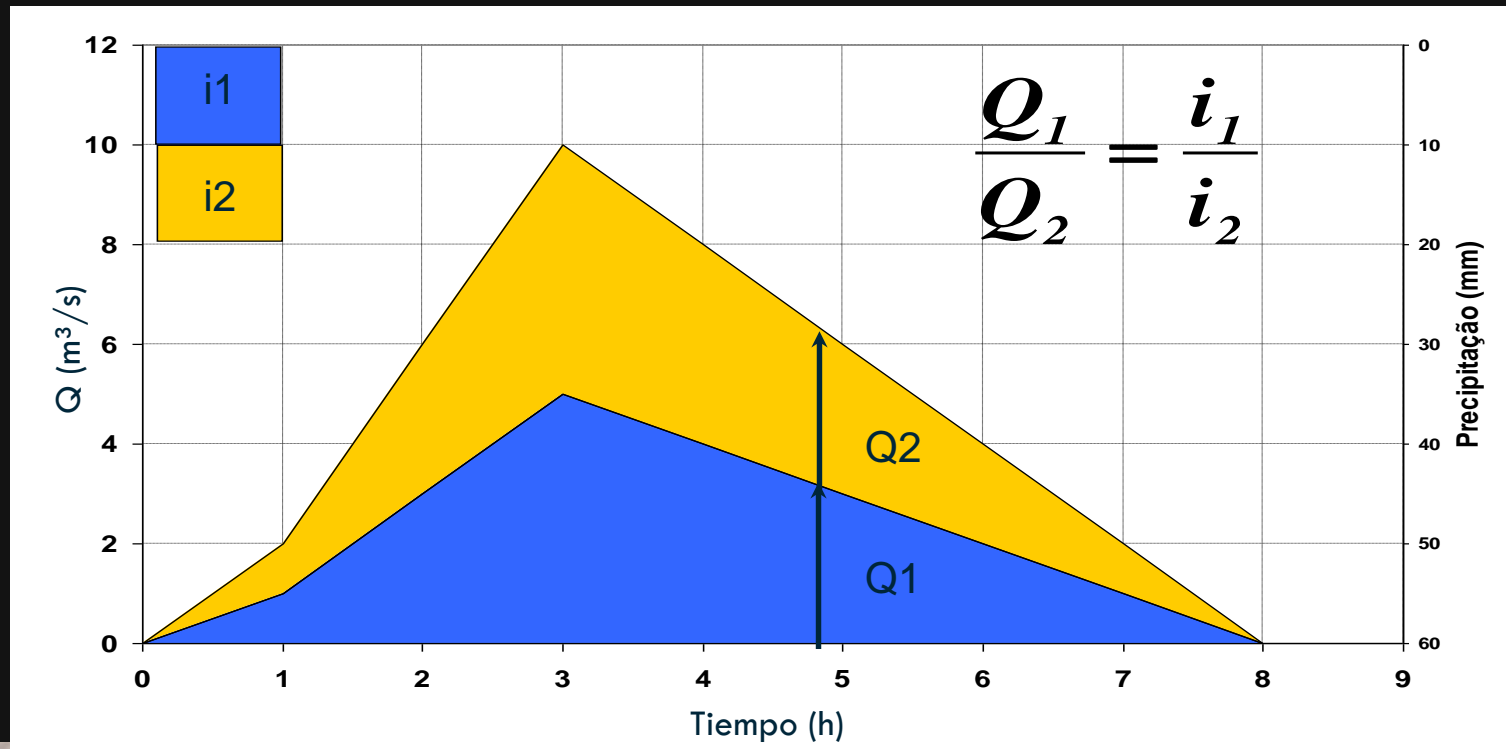
Para lluvias efectivas de intensidad constante y de misma duración, los tiempos de escurrimiento superficial directo son iguales



# PRINCIPIOS DEL HIDROGRAMA UNITARIO

## 2º Principio (Proporcionalidad de las Descargas)

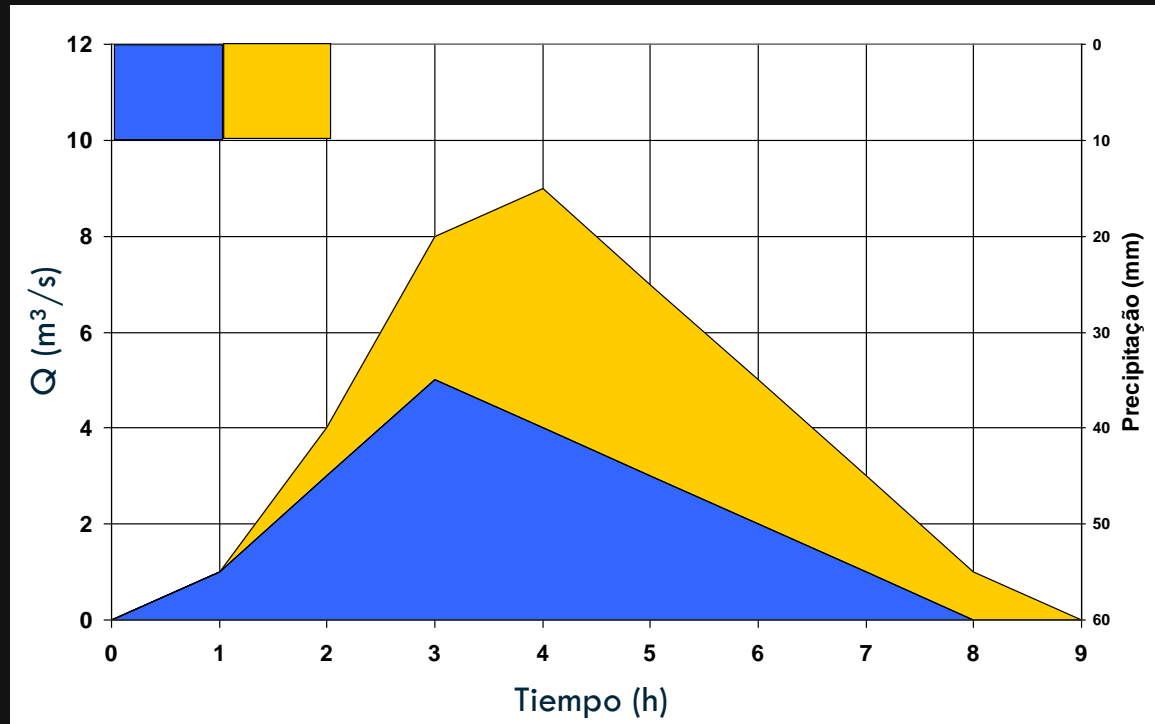
Lluvias efectivas de la misma duración, pero con volúmenes de escurrimiento superficial diferentes, producirán en tiempos correspondientes, volúmenes de escurridos proporcionales las ordenadas do hidrograma y la lluvias excedentes



# PRINCIPIOS DEL HIDROGRAMA UNITARIO

## 3° Principio (Principio de la Aditividad)

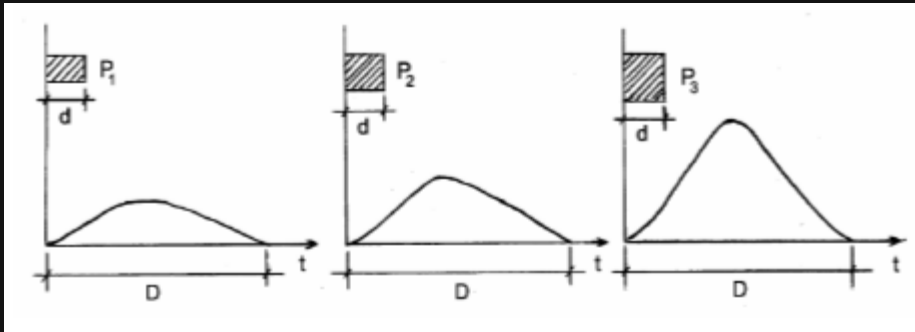
La duración de escurrimiento superficial de una determinada lluvia efectiva no depende de precipitaciones anteriores. El hidrograma total referente a dos o más lluvias efectivas se obtiene sumando las ordenadas de cada uno de los hidrogramas en tiempos correspondientes



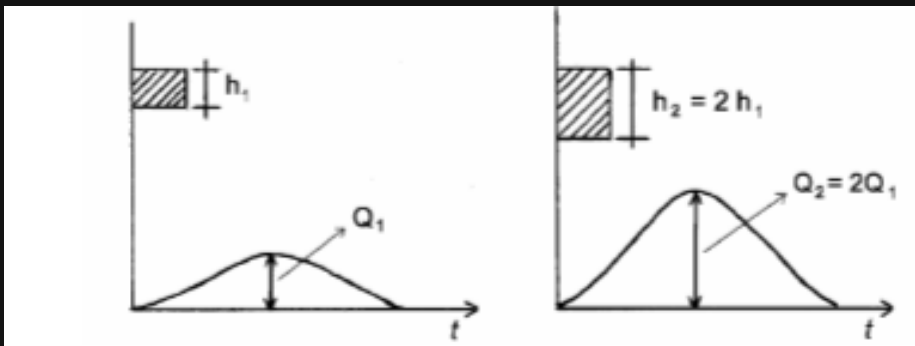


# PRINCIPIOS DEL HIDROGRAMA UNITARIO

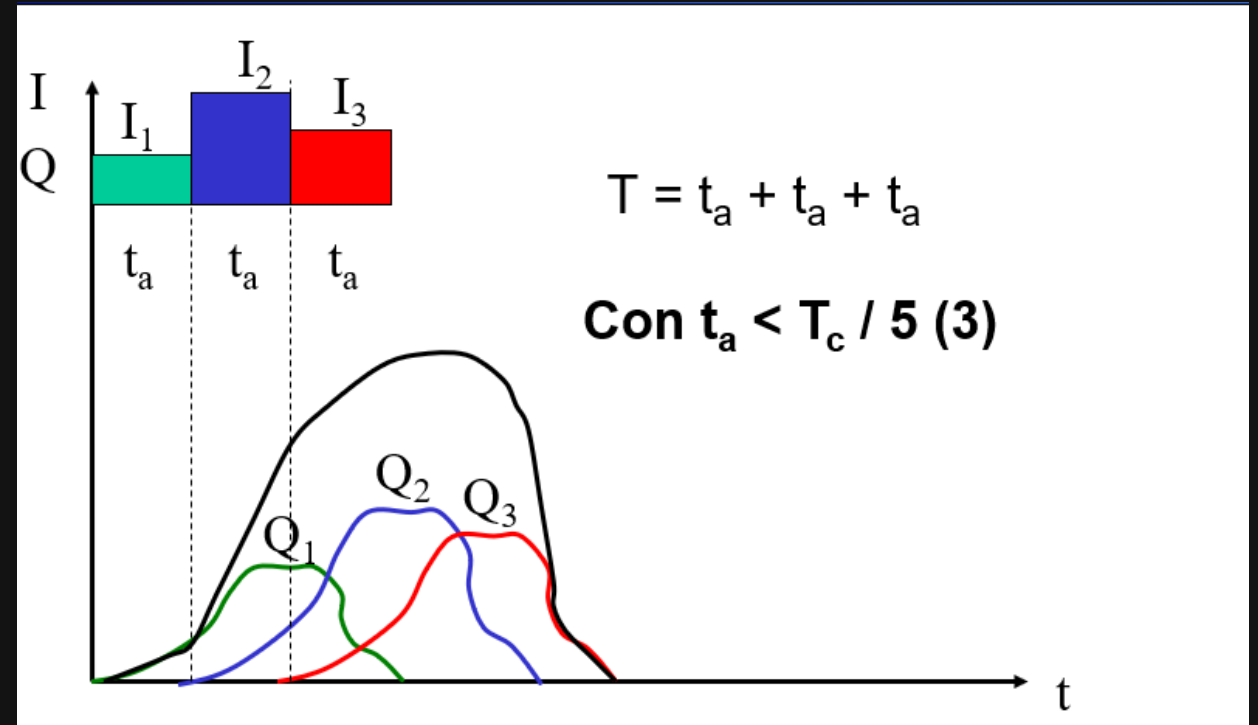
1° Principio (de la Constancia del Tiempo de Base)



2° Principio (Proporcionalidad de las Descargas)



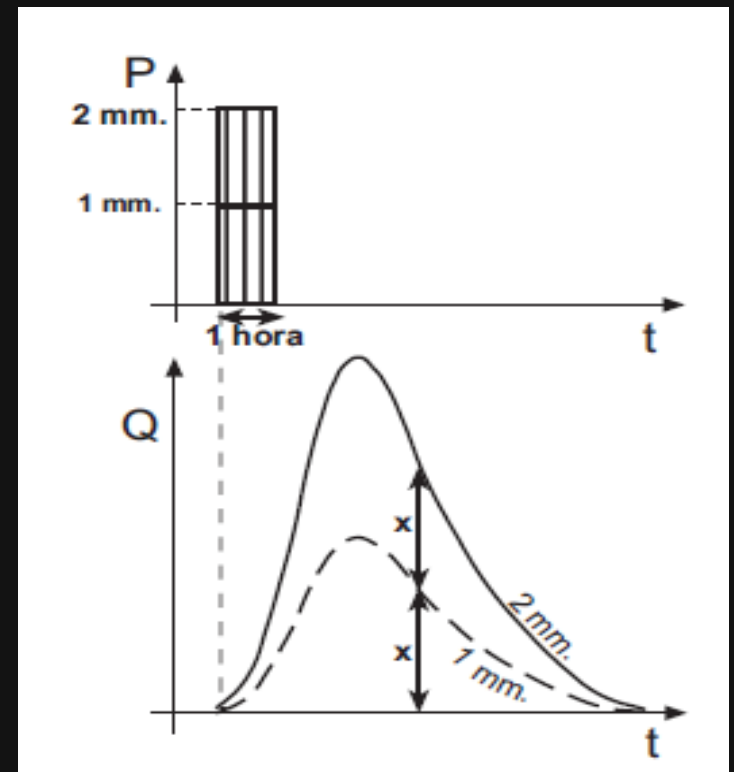
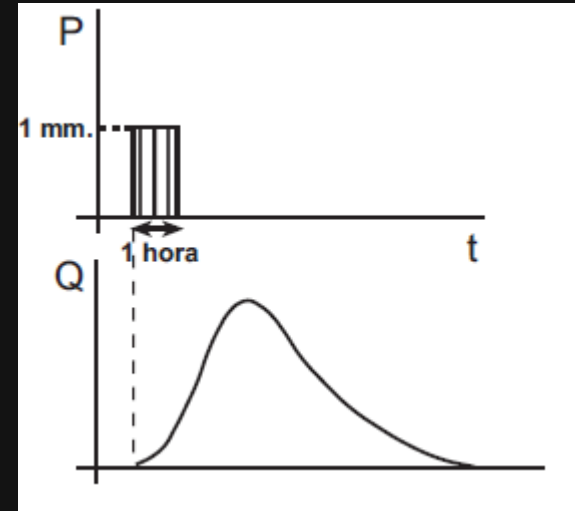
3° Principio (Principio de la Aditividad)



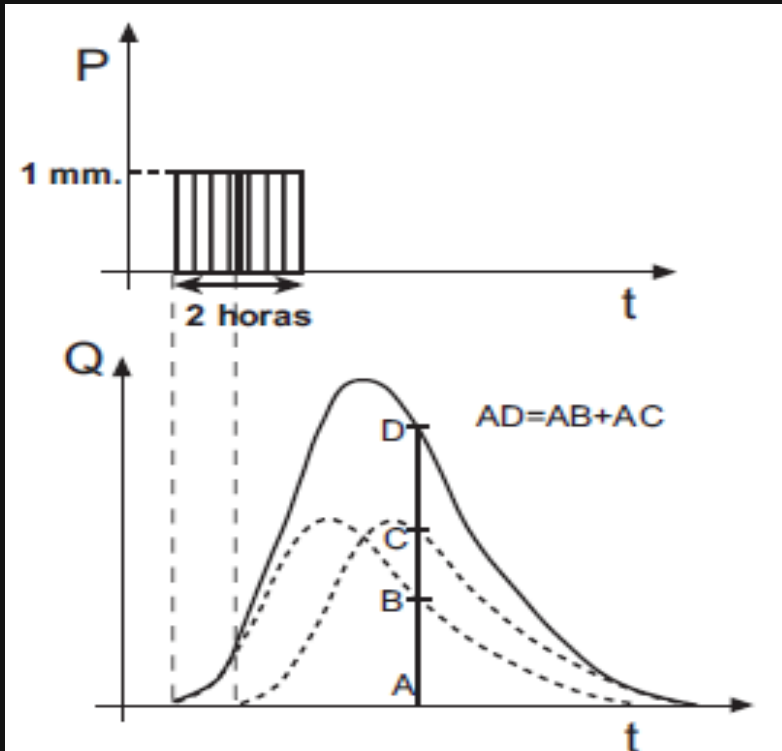
# ENTONCES:

Si en una cuenca determinada disponemos del hidrograma unitario de 1 mm en 1 hora se puede construir el hidrograma producido por cualquier precipitación.

Por ejemplo si llueve 2 mm en una hora, **bastará multiplicar por 2 las ordenadas de todos los puntos** del hidrograma unitario.



Análogamente, si disponemos del hidrograma unitario de esa cuenca y llueve 1mm en 2 horas, bastará dibujar 2 hidrogramas unitarios desplazados por una hora en sentido horizontal y sumar las ordenadas de sus puntos:



Estas propiedades pueden ser utilizarse en **forma combinada**.

En un caso real, si conocemos el hidrograma unitario de una cuenca, se puede dibujar fácilmente el hidrograma que se produciría, por ejemplo, la primera hora precipitación de 2,5mm; segunda hora 4,2 mm y en la tercera hora 1,8mm.



# EJEMPLO

Calcular el hidrograma generado por la precipitación:

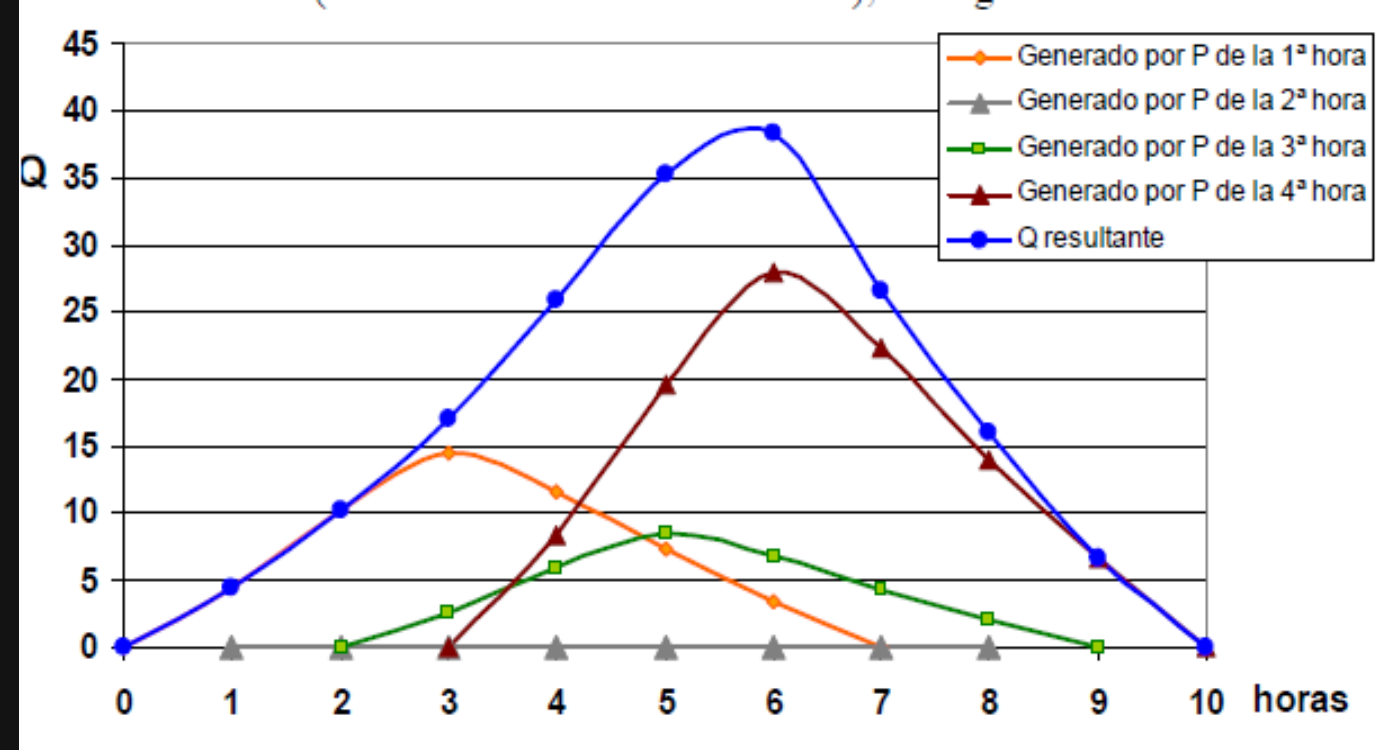
2,9 / 0,0 / 1,7 / 5,6 con  $\Delta t = 1$  hora

Conocemos el hidrograma unitario de esta cuenca:

t (horas)	HU	
0	0,0	
1	1,5	
2	3,5	
3	5,0	
4	4,0	
5	2,5	
6	1,2	
7	0,0	
8		
9		
10		

# SOLUCIÓN

t (horas)	HU		2,9	0	1,7	5,6	Q total
0	0,0		0,0				0
1	1,5		4,4	0,0			4,4
2	3,5		10,2	0,0	0,0		10,2
3	5,0		14,5	0,0	2,55	0,0	17,1
4	4,0		11,6	0,0	5,95	8,4	26,0
5	2,5		7,3	0,0	8,5	19,6	35,4
6	1,2		3,5	0,0	6,8	28,0	38,3
7	0,0		0,0	0,0	4,25	22,4	26,7
8				0	2,04	14,0	16,0
9					0,0	6,7	6,7
10						0,0	0,0



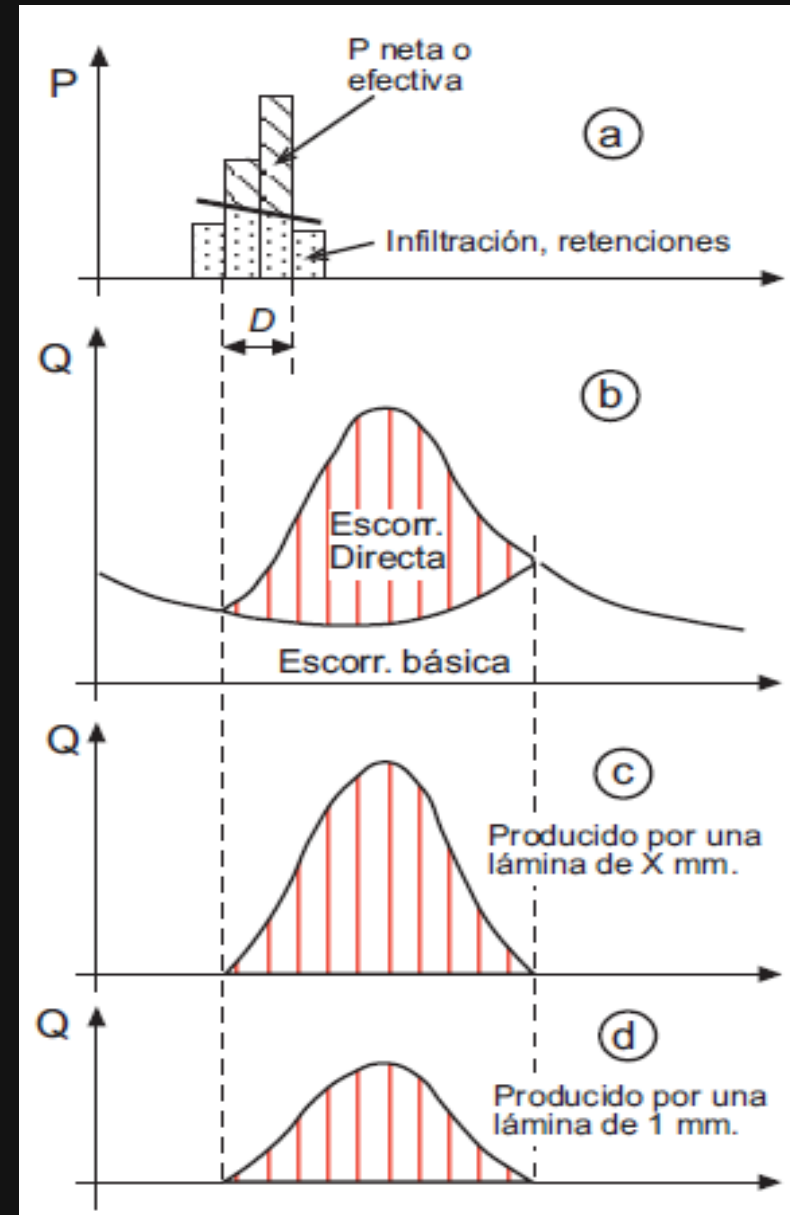
# ¿CÓMO CONSTRUYO EL HIDROGRAMA UNITARIO?

- El volumen escurrido se determina calculando el área del hidrograma superficial, que se puede obtener, integrando o sumas finitas.
- Se determina el coeficiente de escurrimiento recordando que:  $C = \frac{V_e}{V_{tot}}$ , donde  $V_e = \sum Q_{ei} \times \Delta t$
- La lluvia efectiva se calcula multiplicando la lluvia total por el coeficiente de escurrimiento

$$P_{ef} = C * P_{tot}$$

- La reducción del hidrograma superficial para construir el hidrograma unitario se hace con la siguiente formula:

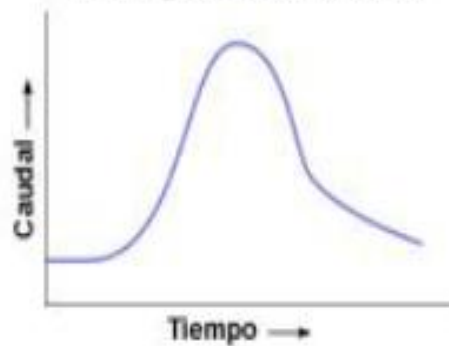
$$Q_u = \frac{P_u}{P_{ef}} \times Q_e$$





## Datos de entrada básicos para derivar un hidrograma unitario

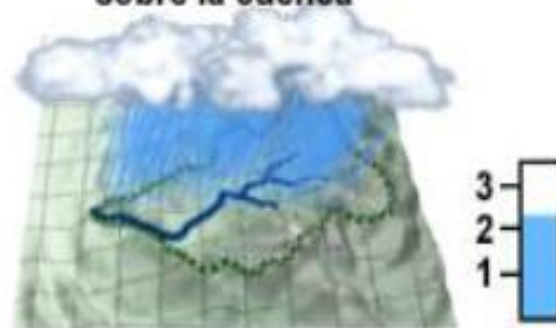
Hidrograma de caudal



Área de la cuenca



Lluvia promedio sobre la cuenca



Duración del exceso de lluvia



# EJERCICIO

Dia	Tiempo (h)	Q obs (m <sup>3</sup> /s)	Q base (m <sup>3</sup> /s)
06/04	10	0.7	0.7
	12	13.0	0.8
	14	43.9	0.9
	16	62.0	1.0
	18	57.5	1.1
	20	46.0	1.2
	22	33.9	1.3
	24	22.9	1.4
07/04	2	14.5	1.5
	4	9.3	1.6
	6	4.6	1.7
	8	1.8	1.8

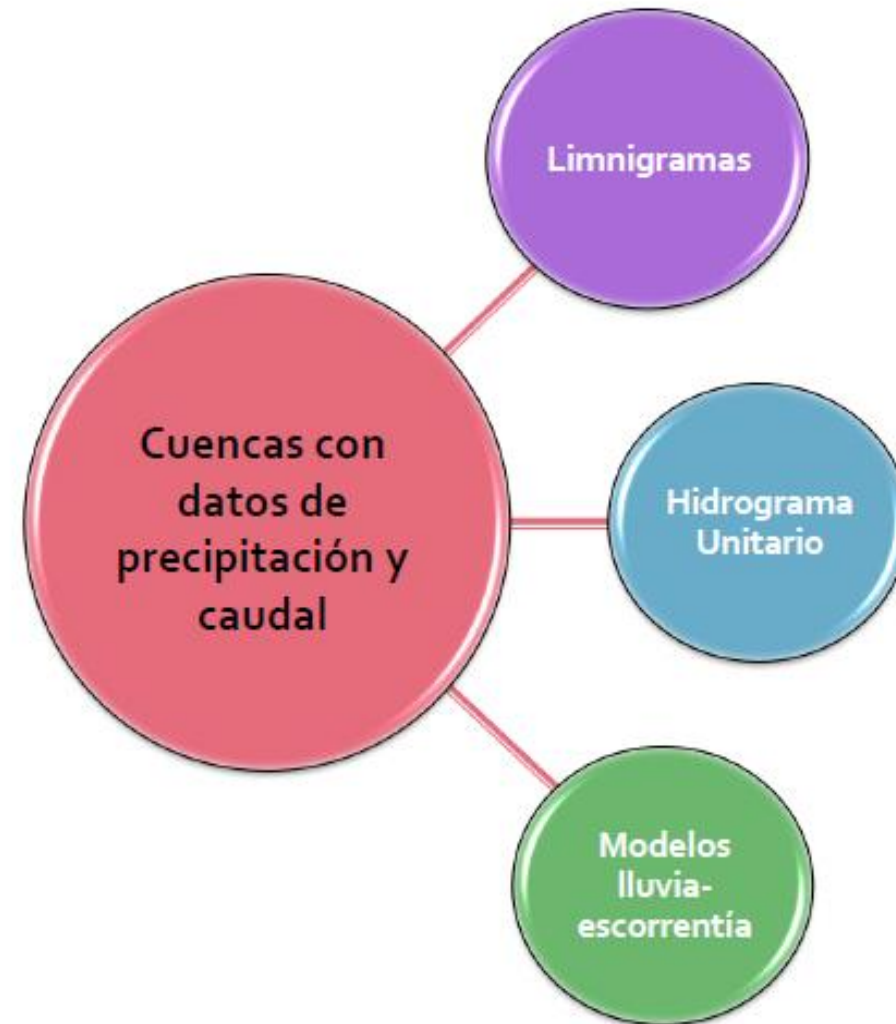
Sobre una cuenca hidrográfica de 130,4 km<sup>2</sup> precipitó una lluvia de 90,5 mm con una duración de dos horas. Determine el hidrograma unitario con altura unitaria de 10mm y duración unitaria de 2 horas.

Tiempo (h)	Q obs (m <sup>3</sup> /s)	Q base (m <sup>3</sup> /s)	Q sup (m <sup>3</sup> /s)	Ordenadas H.U. (m <sup>3</sup> /s)
------------	---------------------------	----------------------------	---------------------------	------------------------------------

$$C = \frac{V_e}{V_{tot}}$$

$$P_{ef} = C * P_{tot}$$

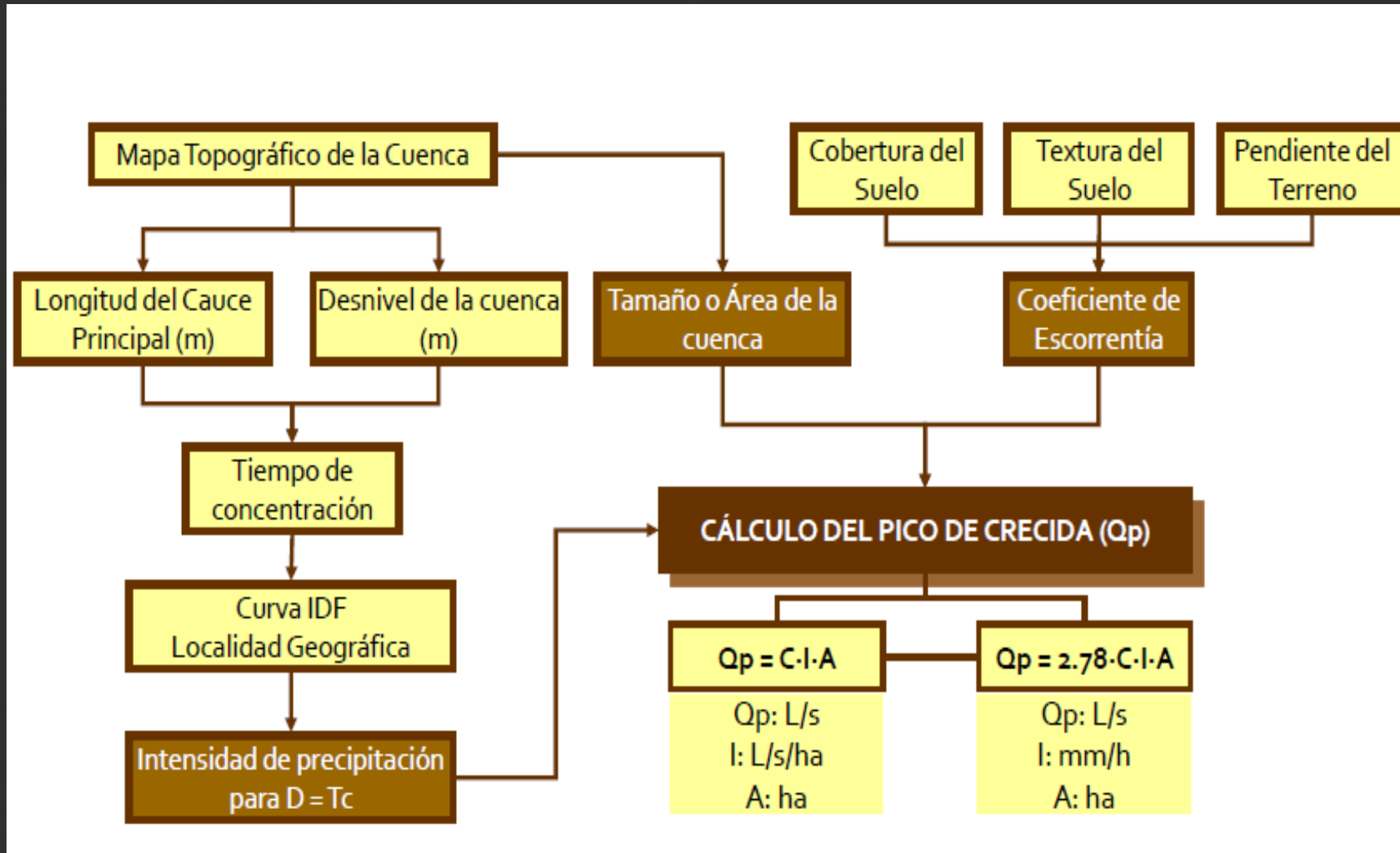
$$\frac{P_u}{P_{ef}} =$$







# MÉTODO RACIONAL

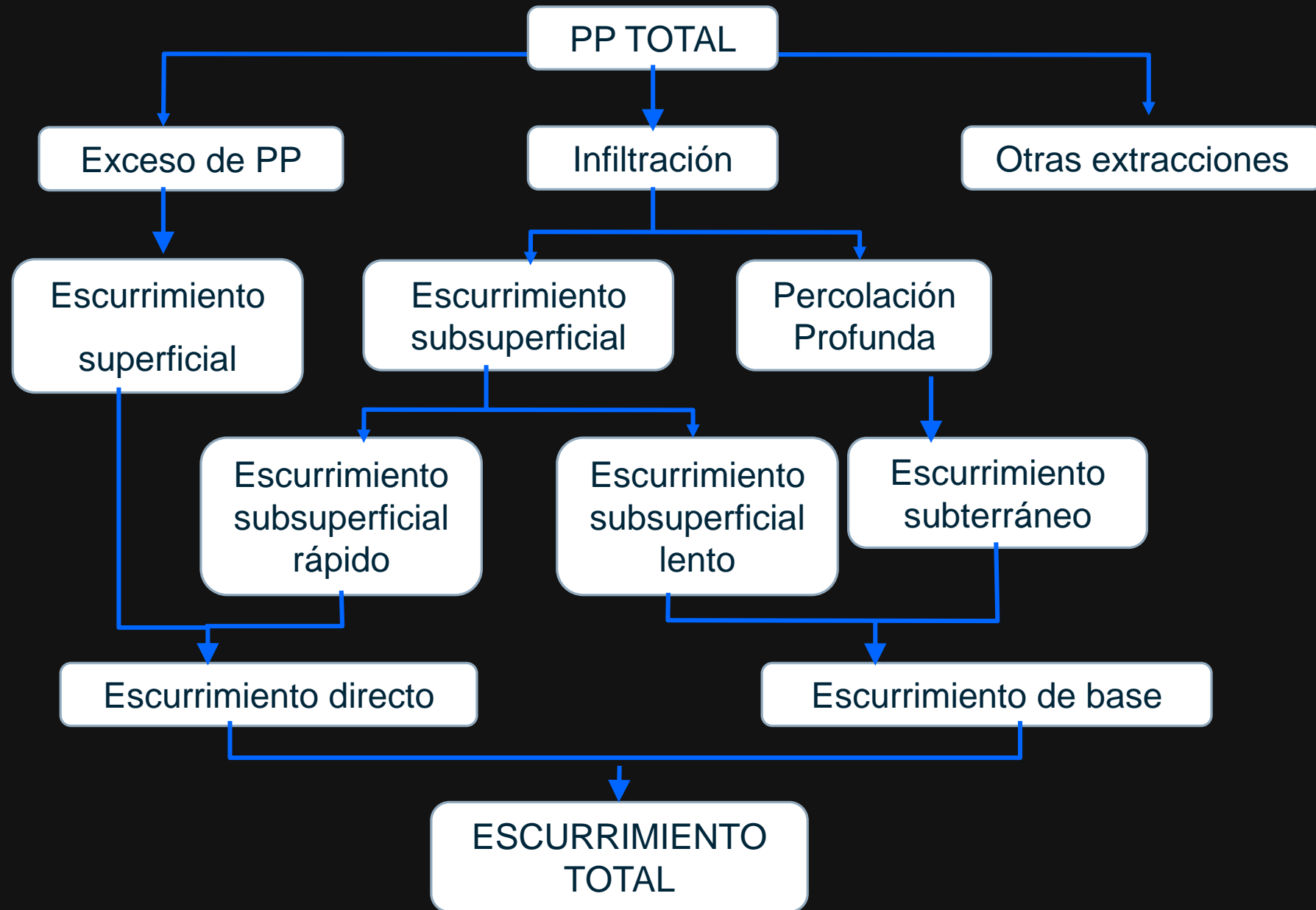


# HIDROGRAMAS UNITARIOS SINTÉTICOS

Hidrograma sintético de SCS

Hidrograma triangular







¿PREGUNTAS, DUDAS, CRISIS EXISTENCIALES?